

รายการอ้างอิง

American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers , Inc. (ASHRAE)

ASHRAE Fundamentals Handbook. Chapter 32, "Duct Design." Atlanta, 1993

Tsal, R.J.; Behls, H.F.; and Mangel, R. T-Method Duct Design Part I : Optimization Theory,

ASHRAE Technical Data Bulletin, Atlanta, pp 13-34, 1988

_____ and Behls, H.F. Fallacy of Static Regain Duct Design Method, ASHRAE Technical

Data Bulletin, Atlanta, pp 1-12, 1988

_____ and Adler, M.S. Evaluation of Numerical Methods for Ductwork and Pipeline

Optimization, ASHRAE Transactions, Vol. 93, Part 1, pp. 17-34, 1987

_____ and Behls, H.F. Evaluation of Duct Design Methods. ASHRAE Transactions, Vol. 92,

Part 1A, pp. 347-361, 1986

Carrier. Carrier Handbook of Air Conditioning System Design. Part 2.2, "Air Duct Design"

Carrier Air Conditioning Company, pp 2-17 to 2-63, 1965

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การใช้โปรแกรมและลักษณะของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

การออกแบบที่อลมตามขั้นตอนคั้งนี้ได้อธิบายในบทที่ 5 โดยการใชโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะต้งมีการเก็บค่าของตัวแปรต่างๆมากมาย นอกจากนี้ค่าของตัวแปรเหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีค่าไม่เท่ากันสำหรับที่อลมทอนใดๆอีกด้วย

คั้งนั้นหากการเก็บข้อมูลของค่าตัวแปรเหล่านี้เป็นการจองเนื้อที่ในรูปแบบของ Arrays อาจทำให้หน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์มีไม่เพียงพอถ้าระบบที่อลมที่พิจารณา มีจำนวนที่อลมในระบบหลายๆ

เพื่อแก้ปัญหานี้ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจึงมีลักษณะ การเก็บข้อมูลโดยการเปิดเพิ่มข้อมูลแบบสุ่มเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลชั่วคราวในแต่ละรอบการคำนวณ ซึ่งทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้โดยไม่จำกัดจำนวนที่อลม

โปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นมี 2 โปรแกรมด้วยกันคือ โปรแกรม INPUT.EXE เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างเพิ่มข้อมูลเบื้องต้น และ โปรแกรม TMD.EXE เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการคำนวณตามขั้นตอนที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 5 และมีลำดับในการคำนวณคั้งแสดงไว้ในตอนท้ายของภาคผนวก ก นี้

โปรแกรมสร้างเพิ่มข้อมูลเบื้องต้น

การใช้งานของโปรแกรม INPUT.EXE เป็นไปในลักษณะของการถามตอบระหว่างโปรแกรมและผู้ใช้ โดยผู้ใช้จะต้องทราบว่ามีข้อมูลอะไรบ้างที่ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นของการคำนวณด้วยโปรแกรม TMD.EXE สำหรับคำอธิบายการใช้โปรแกรมรวมทั้งรายละเอียดของข้อมูลที่จำเป็นต้องทราบจะกล่าวถึงในลำดับถัดไป

โปรแกรมการออกแบบระบบท่อลมด้วยวิธีที่พัฒนาขึ้น

การใช้งานของโปรแกรม TMD.EXE นั้นจะเป็นการอ่านค่าจากเพิ่มข้อมูลเบื้องต้นที่ถูกสร้างขึ้นโดยโปรแกรม INPUT.EXE เพื่อทำการคำนวณซึ่งจะเป็นไปโดยอัตโนมัติและโปรแกรมจะทำการสร้างเพิ่มข้อมูลเก็บค่าผลลัพธ์ขึ้นมาทั้งหมด 7 เพิ่ม โดยหากไม่มีการกำหนดชื่อเพิ่มข้อมูลเป็นอย่างอื่น โปรแกรมจะทำการกำหนดให้ดังต่อไปนี้

1. เพิ่มข้อมูล INPUT.DAT เป็นเพิ่มข้อมูลที่เก็บค่า INPUT DATA สำหรับท่อลมแต่ละท่อนเพื่อให้ทราบถึงความต้องการสำหรับระบบที่ได้
2. เพิ่มข้อมูล VSF.DAT เป็นเพิ่มข้อมูลที่เก็บค่าตัวแปรที่ได้จากการคำนวณในขั้นตอนการหาค่าตัวแปรที่จำเป็นในการคำนวณของท่อลมแต่ละท่อน ดังรายละเอียดในแผนผังแสดงลำดับการคำนวณ ก.2 และคำอธิบายในบทที่ 5
3. เพิ่มข้อมูล COND.DAT เป็นเพิ่มข้อมูลที่เก็บค่าที่ได้จากการคำนวณโดยขั้นตอนการรวมระบบ ดังรายละเอียดในแผนผังแสดงลำดับการคำนวณ ก.3 และคำอธิบายในบทที่ 5
4. เพิ่มข้อมูล SEL.DAT เป็นเพิ่มข้อมูลที่เก็บค่าของค่าความดันสูญเสียที่เหมาะสมของระบบท่อลมรวมที่ได้จากการคำนวณในขั้นตอนการเลือกอุปกรณ์ส่งลม ดังรายละเอียดในแผนผังแสดงลำดับการคำนวณ ก.4 และคำอธิบายในบทที่ 5
5. เพิ่มข้อมูล EXPAN.DAT เป็นเพิ่มข้อมูลที่เก็บค่าที่ได้จากการคำนวณโดยขั้นตอนการกระจายระบบของท่อลมแต่ละท่อน ดังรายละเอียดในแผนผังแสดงลำดับการคำนวณ ก.5 และคำอธิบายในบทที่ 5
6. เพิ่มข้อมูล TEMP.DAT เป็นเพิ่มข้อมูลที่เก็บค่าการกระจายของอุณหภูมิของท่อลมแต่ละท่อนซึ่งคำนวณได้ในขั้นตอนการกระจายระบบ

7. เพิ่มข้อมูล LOSS.DAT เป็นเพิ่มข้อมูลที่เก็บค่าที่ได้จากการคำนวณในขั้นตอนการหาค่าความดันส่วนเกินของท่อลมแต่ละท่อน ดังรายละเอียดในแผนผังแสดงลำดับการคำนวณ ก.6 และคำอธิบายในบทที่ 5

การใช้โปรแกรมสร้างเพิ่มข้อมูลเบื้องต้น

1. การเตรียมข้อมูล

ก่อนที่จะมีการป้อนข้อมูลใดๆ จำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์รูปแบบของระบบท่อลมทั้งหมดเสียก่อน โดยนำแบบการเดินท่อลมมาพิจารณาแนวทางการเดินท่อทั้งหมด แล้วจึงกำหนดหมายเลขสำหรับท่อลมแต่ละท่อนลงในแบบ

หลักเกณฑ์ในการพิจารณากำหนดหมายเลขท่อลม ให้กำหนดโดยการไล่ลำดับจากท่อปลายทางมาหาท่อต้นทาง ดังปรากฏในตัวอย่างของท่อลมทดสอบ

เมื่อทำการกำหนดหมายเลขสำหรับท่อลมแต่ละท่อนเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้จะต้องทำรายการอุปกรณ์ประกอบท่อลม สำหรับจุดต่อเชื่อมแต่ละจุดของท่อลมแต่ละท่อน เพื่อให้ง่ายต่อการป้อนข้อมูล และสามารถป้อนค่าข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

เมื่อทำการกำหนดหมายเลขสำหรับท่อลม และทำรายการอุปกรณ์ประกอบท่อลมของท่อลมแต่ละท่อนเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้จะต้องเตรียมค่าต่อไปนี้ให้พร้อมสำหรับการป้อนข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่จำเป็นต้องเตรียมสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1.1 ข้อมูลทางด้านวิศวกรรม ในที่นี้คือข้อมูลของการกระจายอากาศและลักษณะของระบบที่ต้องการ สำหรับข้อมูลทางด้านวิศวกรรมที่จำเป็นต้องทราบมีดังนี้

- 1.1.1 อัตราการไหลของอากาศผ่านท่อลมทั้งหมด, ลูกบาศก์เมตร/วินาที
- 1.1.2 อัตราการไหลของอากาศผ่านท่อลมแต่ละท่อ, ลูกบาศก์เมตร/วินาที
- 1.1.3 ความยาวของท่อลมแต่ละท่อ
- 1.1.4 อุปกรณ์ประกอบท่อของท่อลมแต่ละท่อ, ชิ้น

- 1.1.5 ค่าความดันสูญเสียเพิ่มของอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในระบบท่อลม, ปาสกาล
- 1.1.6 ค่าความหยาบของวัสดุที่ใช้สร้างท่อลม, มิลลิเมตร
- 1.1.7 อุณหภูมิของอากาศส่งเข้าท่อลมที่ต้นทาง, องศาเซลเซียส
- 1.1.8 อุณหภูมิของอากาศที่อยู่รอบๆระบบท่อลม, องศาเซลเซียส
- 1.1.9 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังท่อลม,
วัตต์/ตารางเมตร-องศาเซลเซียส
- 1.1.10 ข้อจำกัดอื่นๆ สำหรับระบบท่อลม เช่น การกำหนดขนาดท่อ ความเร็วลม
และสัดส่วนของหน้าตัดท่อลม

1.2 ข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ ในที่นี้คือข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายต่างๆ ของระบบท่อลม สำหรับข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่จำเป็นต้องทราบมีดังนี้

- 1.2.1 ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย, บาท/กิโลวัตต์/ชั่วโมง
- 1.2.2 ค่าไฟฟ้าเพิ่มเติมเนื่องจากมีความต้องการใช้กำลังไฟฟ้ามาก, บาท/กิโลวัตต์
- 1.2.3 ประสิทธิภาพของพัดลม, เปอร์เซ็นต์
- 1.2.4 ประสิทธิภาพของมอเตอร์พัดลม, เปอร์เซ็นต์
- 1.2.5 ประสิทธิภาพรวมของระบบที่ใช้งาน ในที่นี้คือระบบปรับอากาศ
- 1.2.6 ค่าวัสดุและค่าแรงงานที่ใช้ในการสร้างระบบท่อลมซึ่งคิดตามชนิดของ
วัสดุที่ใช้ในการสร้างท่อลมต่อหน่วยพื้นที่, บาท/ตารางเมตร
- 1.2.7 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าไฟฟ้ารายปี, เปอร์เซ็นต์
- 1.2.8 อัตราดอกเบี้ยรายปี, เปอร์เซ็นต์
- 1.2.9 ระยะเวลาในการจ้าง, ปี
- 1.2.10 ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินระบบทั้งหมดภายใน 1 ปี, ชั่วโมง

เมื่อทราบค่าของข้อมูลต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการป้อนให้กับโปรแกรมเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มทำการป้อนค่าเข้าสู่โปรแกรมโดยเรียกโปรแกรม INPUT.EXE

สำหรับกรณีที่ไม่ทราบค่าของตัวแปรที่จำเป็นเหล่านี้ โปรแกรมจะมีคำแนะนำให้ ยกเว้นค่าที่เป็นข้อมูลของลักษณะระบบ ซึ่งคำแนะนำบางค่าจะเป็นค่าที่ใช้ได้เสมอ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นค่าที่ใช้ได้เฉพาะช่วงเวลาเท่านั้น ซึ่งได้แก่ ค่าของข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์

2. การป้อนข้อมูล

เมื่อผู้ใช้เตรียมข้อมูลสำหรับการคำนวณพร้อมตามรายการข้างต้น เรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้ก็สามารถเข้าโปรแกรมในส่วนการป้อนข้อมูลได้ การเข้าสู่โปรแกรมการป้อนข้อมูลทำได้โดย

ที่เครื่องหมายพร้อมท์ พิมพ์ C:\ INPUT แล้วกดปุ่ม Enter

จากนั้น โปรแกรมส่วนป้อนข้อมูลจะเริ่มทำงาน โดยแสดงหน้าจอต้อนรับ ให้ผู้ใช้กดปุ่ม Enter อีกครั้งเพื่อเข้าสู่การป้อนข้อมูลต่อไป

2.1. การตั้งชื่อเพิ่มข้อมูล

หลังจากกด Enter โปรแกรมจะแสดงข้อความสอบถามชื่อเพิ่มข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลท่อลมและค่าคงที่ต่าง ๆ เพิ่มข้อมูลสำหรับใช้ในการคำนวณนั้นมีอยู่ 2 เพิ่มด้วยกันคือ เพิ่มข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลของท่อลมและค่าคงที่ต่างๆ และ เพิ่มข้อมูลสำหรับเก็บค่ารายละเอียดอุปกรณ์ประกอบท่อของท่อลมแต่ละท่อน โปรแกรมจะแสดงข้อความสอบถามต่อไปนี้ที่ละบรรทัด โดยให้ผู้ใช้พิมพ์ชื่อเพิ่มข้อมูลและกด Enter โปรแกรมจึงจะแสดงข้อความคำถามในบรรทัดต่อไป

TYPE INPUT FILE NAME :

TYPE FITTING FILE NAME :

เมื่อโปรแกรมแสดงข้อความสอบถามและรอให้ผู้ใช้พิมพ์ค่าให้มัน สำหรับบรรทัดแรก ให้ผู้ใช้พิมพ์ชื่อเพิ่มข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลของท่อลม เมื่อพิมพ์เรียบร้อยแล้วกด Enter โปรแกรมจึงจะแสดงข้อความสอบถามในบรรทัดที่สอง และรอให้ผู้ใช้พิมพ์ค่า ให้ผู้ใช้พิมพ์ชื่อเพิ่มข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ประกอบท่อ แล้วกด Enter โปรแกรมจะทำการลบหน้าจอ และแสดงข้อความสอบถามว่า ผู้ใช้มีเพิ่มข้อมูลเก่าอยู่ในไดเรกทอรีปัจจุบันหรือไม่ดังนี้

DO YOU HAVE ANY EXISTING FILES TO EDIT ?

IF YOU HAVE TYPE Y IF NOT PRESS RETURN TO CONTINUE >

หากไม่มีซึ่งหมายถึงการสร้างเพิ่มข้อมูลขึ้นใหม่ ให้ผู้ใช้กด Enter แต่ถ้าหากมีเพิ่มข้อมูลเดิมอยู่แล้ว ซึ่งหมายถึงผู้ใช้ต้องการแก้ไขค่าต่าง ๆ ที่เคยเก็บไว้ ให้ผู้ใช้พิมพ์ Y แล้วกด Enter

โปรแกรมจะแสดงข้อความสอบถามระบบของหน่วยที่จะใช้ว่าเป็นหน่วย เอสไอ หรือ หน่วยอังกฤษ ดังนี้

PLEASE SELECTED THE SYSTEM OF UNITS

IF USE SI UNIT TYPE S OR PRESS RETURN FOR IP UNIT >

ถ้าผู้ใช้ต้องการใช้หน่วย เอสไอ ในการคำนวณ ให้ผู้ใช้พิมพ์ S แล้วกด Enter หากผู้ใช้ต้องการใช้หน่วยอังกฤษ ไม่ต้องพิมพ์อักษรใด ๆ ให้กด Enter ได้ทันที

จากนั้นโปรแกรมจะทำการสร้างเพิ่มข้อมูลขึ้นใหม่ หรือโปรแกรมจะทำการเปิดเพิ่มข้อมูลออกอ่านหากผู้ใช้ตอบ Y ในคำถามก่อน และข้ามไปทำงานในหัวข้อที่ 2.7

ในการสร้างเพิ่มข้อมูลขึ้นใหม่ หากโปรแกรมไม่สามารถสร้างเพิ่มข้อมูลได้เนื่องจากมีเพิ่มข้อมูลในชื่อเดียวกันปรากฏอยู่แล้ว โปรแกรมจะแสดงข้อความเตือนและไม่สร้างเพิ่มข้อมูลอีก ให้ผู้ใช้กดปุ่ม Enter โปรแกรมจะเปิดเพิ่มข้อมูลที่มีอยู่เดิมออกอ่านและนำค่าข้อมูลเข้ามาใช้ต่อไป และหากเพิ่มข้อมูลที่มีอยู่ไม่ถูกต้องตามรูปแบบการบันทึก หรือการอ่านข้อมูล โปรแกรมจะเลิกการทำงานทันที

YOU HAVE AN EXISTING FILE NAME : T IN THIS CURRENT DIRECTORY

PRESS RETURN TO CONTINUE >

2.2 การตั้งค่าปริยาย

หลังจากที่โปรแกรมทำการสร้างเพิ่มข้อมูลใหม่เรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการลบหน้าจอและแสดงข้อความสอบถามเพื่อให้ผู้ใช้ตั้งค่าที่จะต้องกำหนดบ่อย เพื่อให้เป็นค่าปริยาย (Default value)



SETTINGS DEFAULT VALUES

<1> Duct aspect ratio(rz)	1.000
<2> Allowable maximum air velocity(Vz) ,m/s	20.000
<3> Roughness factor(e) ,mm	.090

Select items to change <or press return to continue>

โปรแกรมจะแสดงค่าปริยายที่ได้ถูกตั้งไว้แล้วในโปรแกรม เพื่อให้ผู้ใช้ตรวจสอบ หากผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนแปลงค่าปริยายเหล่านี้ ให้ผู้ใช้กดหมายเลขหัวข้อที่ต้องการเปลี่ยนแปลงแก้ไข โดย หัวข้อที่ 1 คือ ค่าสัดส่วนของหน้าตัดท่อลม หัวข้อที่ 2 คือ ความเร็วสูงสุดของอากาศในท่อลมที่ยอมรับได้ หัวข้อที่ 3 คือ ค่าความหยาบของวัสดุที่ใช้สร้างท่อลม

เมื่อผู้ใช้เลือกหมายเลขหัวข้อแล้วกด Enter โปรแกรมจะแสดงข้อความสอบถามสำหรับค่าปริยายค่าใหม่ ให้ผู้ใช้พิมพ์ค่าใหม่ที่ต้องการให้กับโปรแกรม จากนั้นกดปุ่ม Enter เพื่อกลับมาที่หน้าจอตั้งค่าปริยายอีกครั้งหนึ่ง หากผู้ใช้ไม่พิมพ์ค่าใด ๆ โปรแกรมจะแปลความหมายว่าผู้ใช้ตั้งค่าเป็นศูนย์ เมื่อผู้ใช้ตรวจสอบค่าปริยายเรียบร้อยแล้วกดปุ่ม Enter โปรแกรมจะเข้าสู่หน้าจอใหม่

2.3 การกำหนดค่าเริ่มต้นของระบบ

ในการกำหนดค่าเริ่มต้น เป็นการกำหนดค่าทั่วไปที่ใช้สำหรับระบบท่อลมที่จะพิจารณาออกแบบ โปรแกรมจะแสดงค่าต่าง ๆ ที่ได้ถูกตั้งไว้แล้วให้ผู้ใช้ตรวจสอบเช่นเดียวกับการตั้งค่าปริยายที่ผ่านมา หากผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนแปลงค่าใด ให้ผู้ใช้กดหมายเลขหัวข้อเพื่อทำการแก้ไข เมื่อแก้ไขค่าแล้ว โปรแกรมจะกลับมายังหน้าจอใหม่อีก จนกว่าผู้ใช้จะยืนยันค่าเหล่านี้ด้วยการกด Enter เพื่อเข้าสู่หน้าจอใหม่

INITIAL INPUT DATA

<1> The annual escalation rate ,percent	= 4.00
<2> The annual interest rate ,percent	= 13.50
<3> Amortization period ,years	= 10.00

<4> The electrical energy rate ,Baht/unit	=	1.10
<5> The electrical power demand ,Baht/kw	=	237.00
<6> The operating time in hour per year ,hrs	=	4400.00
<7> The efficiency of motor ,percent	=	90.00
<8> The efficiency of fan ,percent	=	75.00
<9> The total efficiency of system ,percent	=	50.00
<10> Overall heat transfer coefficient of duct wall ,w/m ² -K	=	1.4120
<11> Temperature of air entering duct ,celcius	=	15.00
<12> Temperature of air surrounding duct ,celcius	=	25.00
Select items to change <or press return to continue >		

คำอธิบายแต่ละหัวข้อในหน้าจอตั้งค่าเริ่มต้น

1. อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าไฟฟ้ารายปี, เปอร์เซ็นต์
2. อัตราดอกเบี้ยรายปี, เปอร์เซ็นต์
3. ระยะเวลาในการจ้าง, ปี
4. ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย, บาท/กิโลวัตต์/ชั่วโมง
5. ค่าไฟฟ้าเพิ่มเติมเนื่องจากมีความต้องการใช้กำลังไฟฟ้ามาก, บาท/กิโลวัตต์
6. ชั่วโมงทำงานในการเดินระบบต่อปี, ชั่วโมง
7. ประสิทธิภาพของมอเตอร์พัดลม, เปอร์เซ็นต์
8. ประสิทธิภาพของพัดลม, เปอร์เซ็นต์
9. ประสิทธิภาพรวมของระบบที่ใช้งานในที่นี้คือระบบปรับอากาศ, เปอร์เซ็นต์
10. ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังท่อลม, วัตต์/ตร.ม.-องศาเซลเซียส
11. อุณหภูมิของอากาศส่งเข้าท่อลมที่ต้นทาง, องศาเซลเซียส
12. อุณหภูมิของอากาศที่อยู่รอบๆระบบท่อลม, องศาเซลเซียส

2.4 การกำหนดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างท่อลม

เมื่อผู้ใช้กำหนดค่าเริ่มต้นเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะเข้าสู่หน้าจอการกำหนดค่าใช้จ่ายในการสร้างท่อลม ซึ่งเป็นค่าวัสดุ และค่าแรงในการสร้าง ในขั้นแรกโปรแกรมจะแสดงค่าที่ตั้งไว้



ในโปรแกรมให้ผู้ใช้ตรวจสอบว่าเหมาะสมหรือไม่ หากผู้ใช้ต้องการแก้ไขในหัวข้อใดที่แสดงไว้ให้
ผู้ใช้กดหมายเลขหัวข้อเพื่อทำการแก้ไข เมื่อผู้ใช้แก้ไขเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะกลับมาที่หน้าจอนี้
อีก เพื่อรอให้ผู้ใช้แก้ไขค่าในหัวข้ออื่น ๆ ต่อไป หากผู้ใช้ต้องการยืนยันค่าต่าง ๆ ให้ผู้ใช้กดปุ่ม
Enter เพื่อเข้าสู่หน้าจอต่อไป

DUCT CONSTRUCTION COST

<1> Unit cost of metal sheet gauge No.1 ,Baht/m2	=	85.00
<2> Maximum allowable width or height ,m	=	.30
<3> Unit cost of metal sheet gauge No.2 ,Baht/m2	=	100.00
<4> Maximum allowable width or height ,m	=	.75
<5> Unit cost of metal sheet gauge No.3 ,Baht/m2	=	130.00
<6> Maximum allowable width or height ,m	=	1.35
<7> Unit cost of metal sheet gauge No.4 ,Baht/m2	=	150.00
<8> Maximum allowable width or height ,m	=	2.10
<9> Unit cost of metal sheet gauge No.5 ,Bant/m2	=	220.00
<10> Maximum allowable width or height ,m	=	2.40
<11> Unit cost of metal sheet gauge No.6 ,Bæht/m2	=	220.00
<12> Maximum allowable width or height ,m	=	3.00
<13> Unit cost of insulation ,Baht/m2	=	80.00
<14> Unit cost of labour & other accessories Baht/m2	=	110.00

Select items to change <or press return to continue >

คำอธิบายแต่ละหัวข้อในหน้าจอค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง

1. ในหัวข้อที่ 1,3,5,7,9,11 เป็นค่าวัสดุที่ใช้ในการทำท่อลมต่อหน่วยพื้นที่
2. หัวข้อที่ 2,4,6,8,10,12 เป็นขนาดความกว้างสูงสุดหรือความสูงสูงสุดของท่อลมที่สามารถใช้วัสดุนี้ได้
3. หัวข้อที่ 13 เป็นค่าใช้วัสดุของฉนวนต่อตารางหน่วยพื้นที่
4. หัวข้อที่ 14 เป็นค่าแรงงานที่ใช้ในการสร้างระบบท่อลมต่อตารางหน่วยพื้นที่

2.5 การตั้งค่าของระบบท่อลม

เมื่อผู้ใช้ตั้งค่าปริมาตร และค่าเริ่มต้นเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้จะต้องตั้งค่าโดยรวมของระบบเสียก่อน โปรแกรมจะแสดงข้อความสอบถามต่อไปนี้ที่ละบรรทัด ให้ผู้ใช้ตอบคำถามโดยการพิมพ์ค่าแล้วกดปุ่ม Enter

SYSTEM SETTING DATA

Enter the total air flow rate(Qfan) ,m3/s

Enter number of total duct sections(NS)

ในบรรทัดแรกเป็นการสอบถามค่าอัตราการไหลของอากาศผ่านท่อลมทั้งหมด บรรทัดถัดมาเป็นค่าจำนวนท่อลมทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบ (หมายเลขของท่อลมต้นทาง)

2.6 การป้อนข้อมูลของท่อลมแต่ละท่อน

หลังจากที่ได้กำหนดค่าในหน้าจอต่าง ๆ ที่ผ่านมาเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลของท่อลมแต่ละท่อน เพื่อจะได้นำลงบันทึกไว้ใ้เพิ่มข้อมูลต่อไป โดยโปรแกรมจะให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลท่อลมทุก ๆ ท่อน ทีละท่อน ไปจนครบจำนวนท่อลมทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบดังที่ได้ตั้งค่าไว้ในหน้าจอตั้งค่าของระบบท่อลมที่ผ่านมา

การป้อนข้อมูลท่อลม โปรแกรมจะแสดงข้อความคำถามทีละบรรทัด เพื่อรอให้ผู้ใช้พิมพ์ค่า เมื่อผู้ใช้พิมพ์ค่าสำหรับคำถามเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้กดปุ่ม Enter โปรแกรมจะรับค่าที่พิมพ์นำไปเก็บไว้ และแสดงข้อความคำถามใหม่ในบรรทัดถัดไป จนครบจำนวนคำถาม เมื่อผู้ใช้ตอบคำถามสำหรับท่อลมท่อนนั้นครบแล้ว โปรแกรมจะทำการลบหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลสำหรับท่อลมท่อนถัดไป

ในการป้อนข้อมูลท่อลม หากผู้ใช้มีความสับสน ผู้ใช้จะพบว่ามิข้อมูลในบางบรรทัดเป็นข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในหน้าจอตั้งค่าปริมาตร ซึ่งหากผู้ใช้ต้องการใช้ค่าปริมาตรในการคำนวณ ผู้ใช้เพียงแต่กดปุ่ม Enter เพื่อยืนยันข้อมูล โปรแกรมจะนำค่าปริมาตรนี้กำหนดให้กับท่อลมท่อนนั้น

คำอธิบายสำหรับคำถามแต่ละคำถาม

INPUT PARAMETER FOR DUCT SECTION NO. 1

ข้อความแสดงหมายเลขของท่อลมก่อนปัจจุบันที่ผู้กำลังทำการป้อนข้อมูลอยู่

2.6.1 คำถามชุดที่หนึ่ง

Enter children-1 of the section(S1)

Enter children-2 of the section(S2)

Enter children-3 of the section(S3)

ในคำถามชุดแรก ผู้ใช้จะต้องพิมพ์ค่าหมายเลขของท่อลมที่ต่อจากปลายของท่อลมก่อนปัจจุบัน หากท่อลมก่อนปัจจุบันเป็นท่อปลายทางให้ผู้ใช้กดปุ่ม Enter เพื่อให้ค่าเป็นศูนย์สำหรับคำถามชุดแรกนี้ทั้งหมด

ถ้าปลายทางของท่อลมก่อนปัจจุบันมีท่อต่ออยู่เพียงท่อเดียว (ขยายหรือลดขนาด) ให้พิมพ์หมายเลขของท่อที่ต่อออกไปสำหรับคำถามบรรทัดแรก (S1) และกดปุ่ม Enter เพื่อให้ค่าเป็นศูนย์สำหรับคำถามในบรรทัดที่ 2 และ 3 (S2 และ S3)

ถ้าปลายทางของท่อลมก่อนปัจจุบันมีท่อแยกต่ออยู่สองท่อ สำหรับท่อแยกที่ต่อแบบ Symetrical Wye ให้ผู้ใช้พิมพ์หมายเลขของท่อแยกก่อนที่ต่อออกไปในคำถามบรรทัดที่ 1 และ 2 ส่วน บรรทัดที่ 3 กดปุ่ม Enter เพื่อให้ค่าเป็นศูนย์ ในการป้อนข้อมูลหมายเลขท่อแยก ผู้ใช้จะต้องจัดลำดับหมายเลขจากน้อยไปมาก หมายถึง หมายเลขท่อลมที่เป็นคำตอบของคำถามในบรรทัดที่ 1 จะต้องมีค่าน้อยกว่า หมายเลขท่อลมที่เป็นคำตอบของคำถามในบรรทัดที่ 2

สำหรับท่อแยกที่ต่อแบบ Diverging Wye หรือ Converging Wye ให้ผู้ใช้พิมพ์หมายเลขของท่อแยกก่อนที่ต่อออกไปในคำถามบรรทัดที่ 1 และ 2 ส่วน บรรทัดที่ 3 กดปุ่ม Enter เพื่อให้ค่าเป็นศูนย์ ในการป้อนข้อมูลหมายเลขท่อแยก ผู้ใช้จะต้องป้อนหมายเลขท่อแยกที่ต่อตรง

ออกจากท่อปัจจุบันสำหรับคำถามบรรทัดที่ 1 และป้อนหมายเลขท่อแยกที่ต่อทำมุมกับท่อปัจจุบัน สำหรับคำถามบรรทัดที่ 2

ถ้าปลายทางของท่อลมก่อนปัจจุบันมีท่อแยกต่ออยู่สามท่อน ให้ผู้ใช้พิมพ์หมายเลขของท่อแยกก่อนที่ต่อทำมุมกับท่อปัจจุบันสำหรับคำถามบรรทัดที่ 1 และ 2 โดยผู้ใช้จะต้องจัดลำดับหมายเลขจากน้อยไปมาก หมายถึง หมายเลขท่อลมที่เป็นคำตอบของคำถามในบรรทัดที่ 1 จะต้องมีค่าน้อยกว่า หมายเลขท่อลมที่เป็นคำตอบของคำถามในบรรทัดที่ 2 สำหรับคำถามบรรทัดที่ 3 ผู้ใช้จะต้องพิมพ์หมายเลขของท่อแยกที่ต่อตรงออกจากท่อปัจจุบัน

2.6.2 คำถามชุดที่สอง

Enter air flow rate(Q) ,m³/s

ให้ผู้ใช้พิมพ์ค่าอัตราการไหลของอากาศผ่านท่อลมก่อนปัจจุบัน

Enter length of the duct section(L) ,m

ให้ผู้ใช้พิมพ์ค่าความยาวของท่อลมก่อนปัจจุบัน

Enter additional pressure loss(DPz) ,Pa

ให้ผู้ใช้พิมพ์ค่าความดันสูญเสียเพิ่มของท่อลมก่อนปัจจุบัน

Enter Constraint for duct height(Hz) ,m

ให้ผู้ใช้พิมพ์ค่า ความสูงจำกัดของท่อก่อนปัจจุบัน

Enter Constraint for duct width(Wz) ,m

ให้ผู้ใช้พิมพ์ค่า ความกว้างจำกัดของท่อก่อนปัจจุบัน

Enter Constraint for duct aspect ratio(rz)

ให้ผู้ใช้พิมพ์ค่าสัดส่วนหน้าตัดของท่อท่อนปัจจุบันหรือกด Enter เพื่อใช้ค่าปริยาย

2.6.3 ค่าถามชุดที่สาม

Enter allowable maximum air velocity(V_z) ,m/s

ให้ผู้ใช้พิมพ์ค่าความเร็วสูงสุดของอากาศที่ยอมรับได้ของท่อท่อนปัจจุบันหรือกด Enter เพื่อใช้ค่าปริยาย

Enter required roughness factor(e) ,mm

ให้ผู้ใช้พิมพ์ค่าความหยาบที่ผนังภายในท่อลม หรือกดปุ่ม Enter เพื่อใช้ค่าปริยาย

Enter the number of fittings of the section

ให้ผู้ใช้พิมพ์จำนวนของอุปกรณ์ประกอบที่ลมที่ได้ทำรายการไว้แล้ว จากนั้น โปรแกรมจะแสดงรายการอุปกรณ์ประกอบต่อให้ผู้ใช้เลือก ผู้ใช้สามารถเลือกอุปกรณ์ประกอบที่ที่ต้องการ โดยกดปุ่มหมายเลขของรายการอุปกรณ์นั้น โดยโปรแกรมจะให้ผู้ใช้เลือกอุปกรณ์ประกอบต่อจนครบตามจำนวนที่ผู้ใช้ได้กำหนดไว้สำหรับท่อปัจจุบันนี้

เมื่อผู้ใช้ป้อนข้อมูลสำหรับท่อลมแต่ละท่อนเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะแสดงข้อความคำถามดังต่อไปนี้

If you want to see fitting data please type Y

<or press return to continue>

หากผู้ใช้ต้องการดูรายการอุปกรณ์ประกอบต่อของแต่ละท่อนทั้งหมด ให้พิมพ์ Y แล้วกดปุ่ม Enter โปรแกรมจะแสดงรายการอุปกรณ์ประกอบต่อทั้งหมดให้ผู้ใช้ตรวจสอบ หากผู้ใช้ไม่

ต้องการดูรายการอุปกรณ์ประกอบท่อ ให้ผู้ใช้กดปุ่ม Enter เพื่อข้ามการดูรายการอุปกรณ์ จากนั้น โปรแกรมจะทำการลบหน้าจอ และเข้าสู่หน้าจอถัดไป

2.7 รายการแก้ไขข้อมูล

รายการแก้ไขข้อมูลเป็นรายการสำหรับให้ผู้ใช้ทำการแก้ไขข้อมูลที่ได้ป้อนไว้แล้ว ซึ่งในบางกรณีผู้ใช้งานมีความจำเป็นต้องแก้ไขค่าบางค่าสำหรับท่อลมบางท่อน เพื่อให้ได้ผลการคำนวณที่เหมาะสม หรือแก้ไขข้อมูลในท่อลมที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในระหว่างการคำนวณ

โปรแกรมจะแสดงหน้าจอต่อไปนี หากผู้ใช้ต้องการแก้ไขข้อมูลในหัวข้อใด ให้ผู้ใช้พิมพ์หมายเลขของหัวข้อที่ต้องการแก้ไข แล้วกดปุ่ม Enter โปรแกรมจะแสดงรายการเพื่อให้ผู้ใช้แก้ไขข้อมูลต่อไป หากผู้ใช้ไม่ต้องการแก้ไขค่าใด ๆ แล้ว ให้กดปุ่ม Enter เพื่อจบการทำงาน

EDIT DATA MENU

- <1> Edit the default values of input data
 - <2> Edit the initial input data
 - <3> Edit data of duct construction cost
 - <4> Edit the system setting data
 - <5> Edit data of selected duct section
 - <6> Edit data of all duct sections
 - <7> Review data of all duct sections
- Select the item for changing data<or Press return to continue>

คำอธิบายในหัวข้อต่างๆ

ในหัวข้อที่ 1 ถึง 5 ถ้าผู้ใช้พิมพ์หมายเลขหัวข้อและกดปุ่ม Enter เพื่อเลือกทำการแก้ไข ผู้ใช้จะพบกับหน้าจอต่าง ๆ ที่เคยพบมาก่อนหน้า ซึ่งผู้ใช้สามารถดูรายละเอียดการป้อนข้อมูลได้จากหัวข้อที่ 2.2 ถึง 2.6

หากผู้ใช้เลือกหัวข้อที่ 4 เพื่อทำการเปลี่ยนค่าของระบบ โปรแกรมจะทำการลบข้อมูลของระบบที่มียู่เดิมทั้งหมด ซึ่งผู้ใช้จะต้องทำการป้อนข้อมูลของทอลมในระบบใหม่ทั้งหมด

ในหัวข้อที่ 6 ผู้ใช้สามารถดูรายละเอียดการป้อนข้อมูลได้จากหัวข้อที่ 2.6

ในหัวข้อที่ 7 เป็นการตรวจดูข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมด

เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Enter เพื่อจะทำงานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้จะได้เพิ่มข้อมูล 2 แฟ้ม ซึ่งมีชื่อของแฟ้มข้อมูลตามที่ผู้ใช้ได้ตั้งเอาไว้เมื่อตอนเริ่มต้น โปรแกรมอยู่ในไครคทอริปัจจุบัน

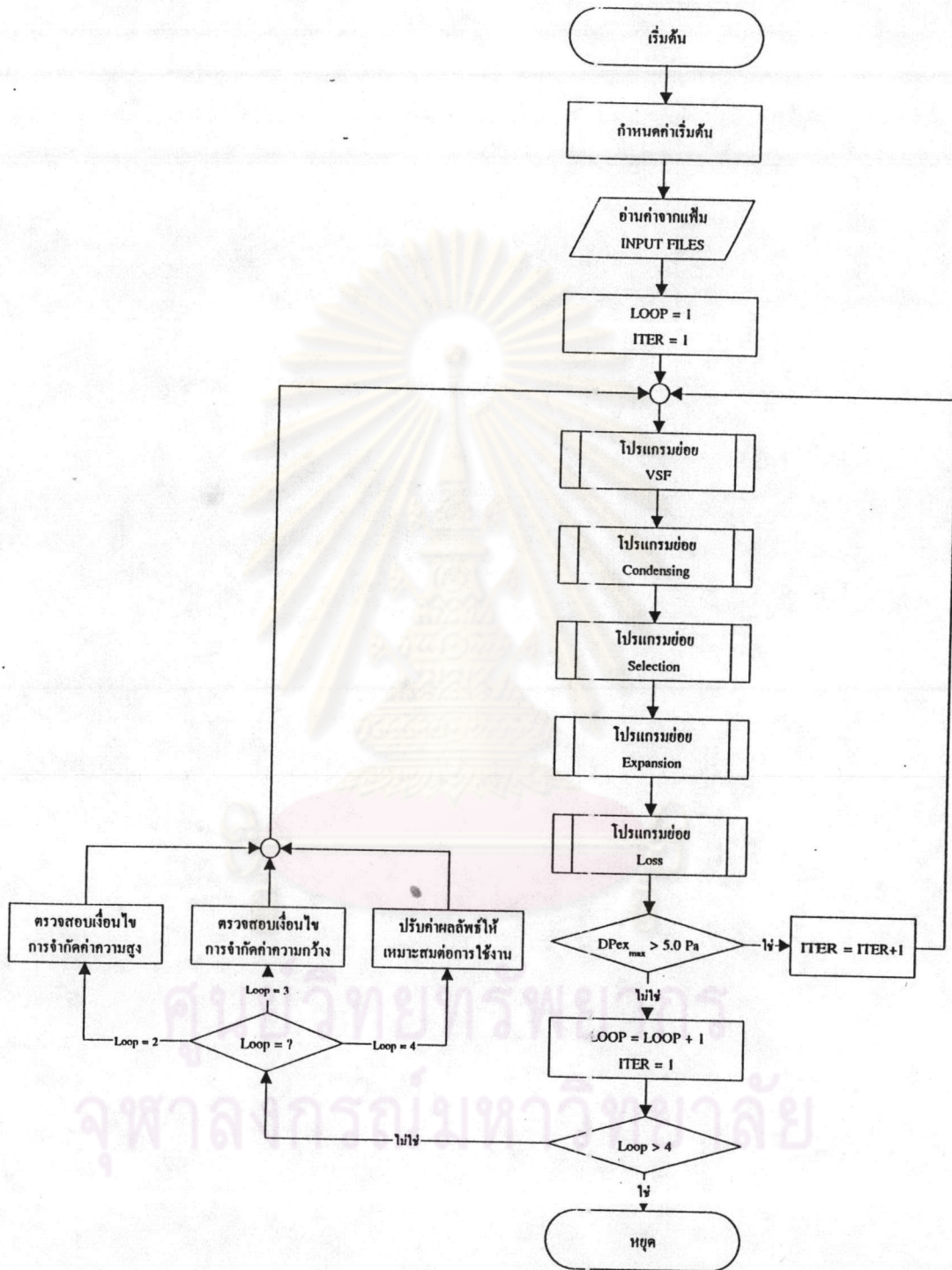
การใช้โปรแกรมออกแบบทอลม

เมื่อผู้ใช้สร้างแฟ้มข้อมูลสำหรับใช้ในการคำนวณเรียบร้อยแล้ว สามารถทำการออกแบบทอลม โดยวิธีที่พัฒนาขึ้นได้โดยการเข้าสู่โปรแกรมการคำนวณดังนี้

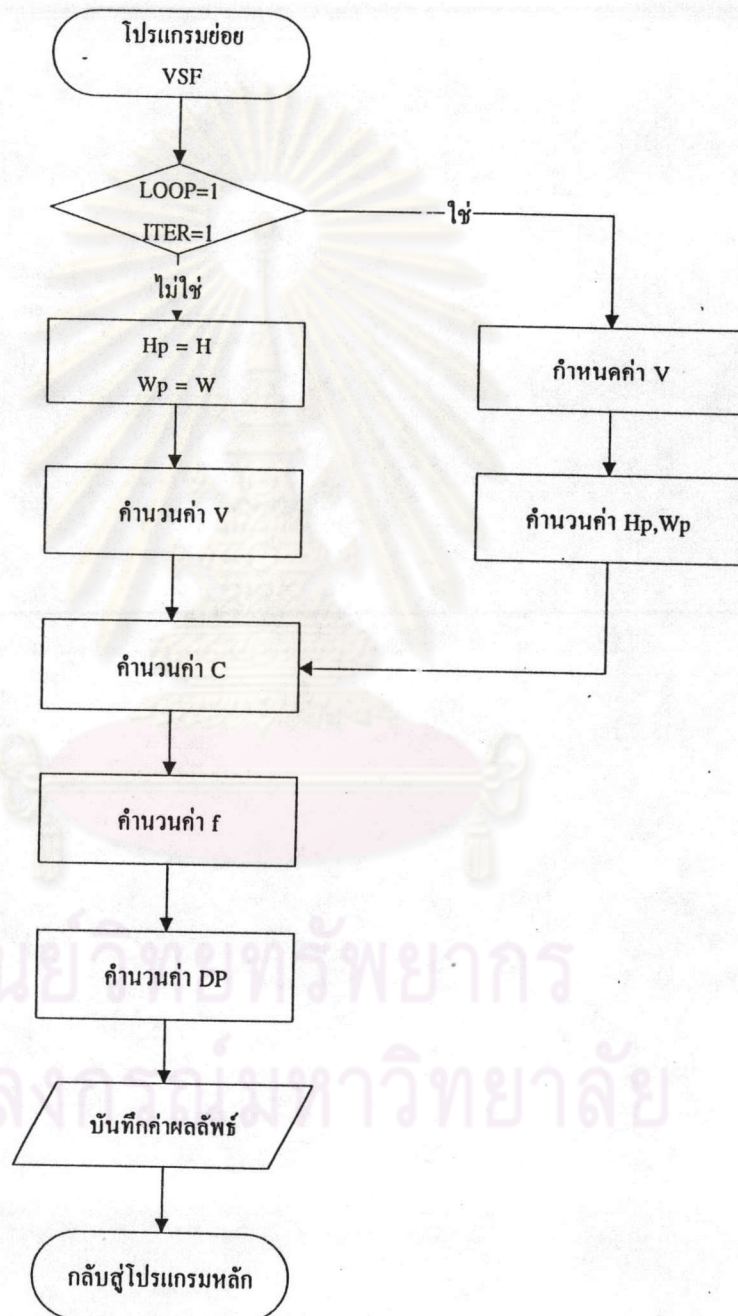
ที่เครื่องหมายพร้อมพีพิมพ์ C:\ TMD แล้วกด Enter

จากนั้น โปรแกรมการออกแบบจะเริ่มทำงานโดยแสดงหน้าจอต้อนรับให้ผู้ใช้กดปุ่ม Enter เพื่อเข้าสู่การทำงานในขั้นตอนการใส่ชื่อแฟ้มข้อมูล

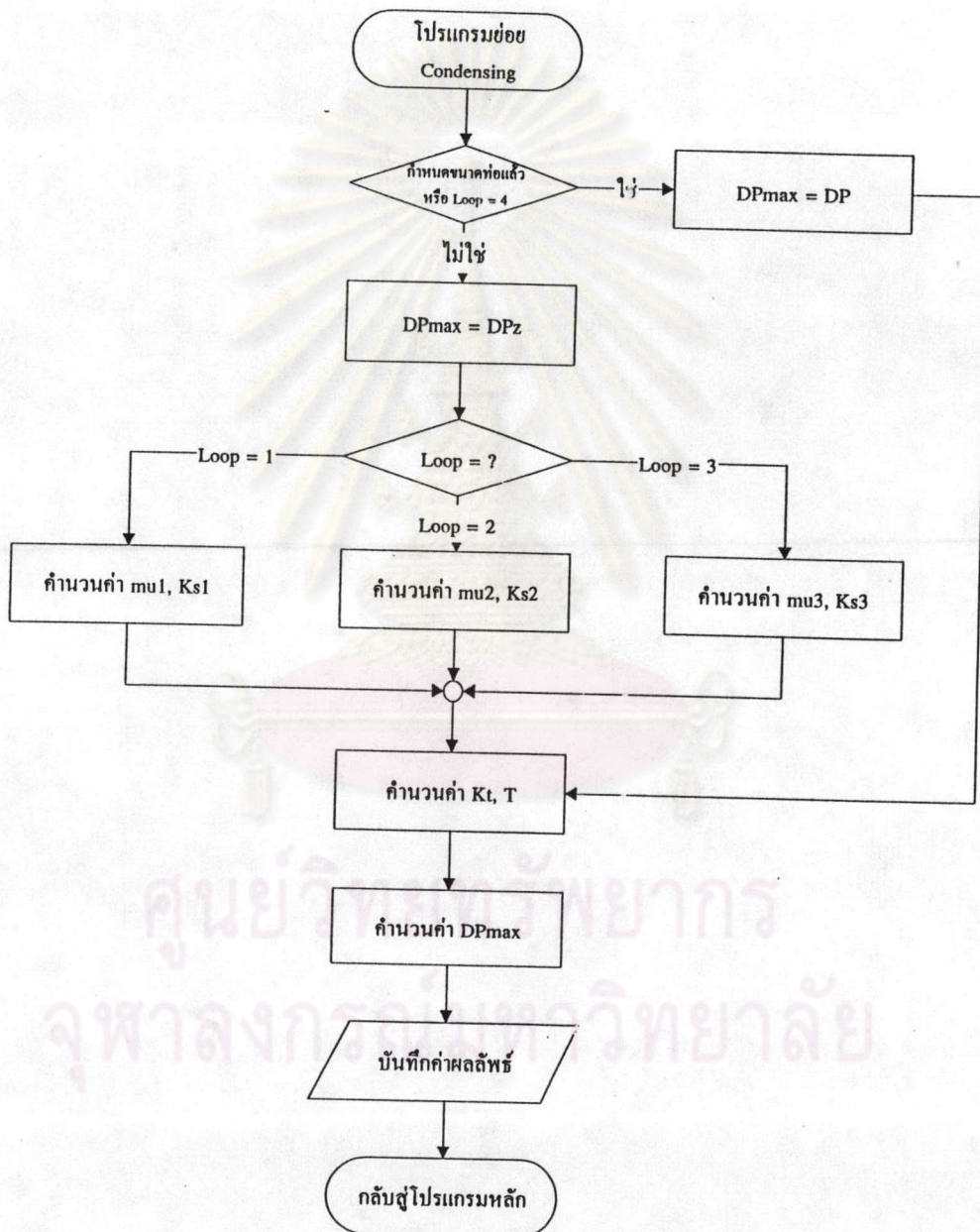
หลังจากกด Enter โปรแกรมจะแสดงข้อความสอบถามชื่อแฟ้มข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นโดยโปรแกรม INPUT.EXE เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณตามกระบวนการที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 5 โดยโปรแกรมจะแสดงข้อความสอบถามทีละบรรทัดเหมือนกับในหัวข้อ 2.1 ที่ผ่านมา เมื่อพิมพ์ชื่อแฟ้มข้อมูลและกด Enter เรียบร้อยแล้วโปรแกรมก็จะเข้าสู่กระบวนการคำนวณ จนได้ผลลัพธ์เก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลต่างๆ ดังที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้น



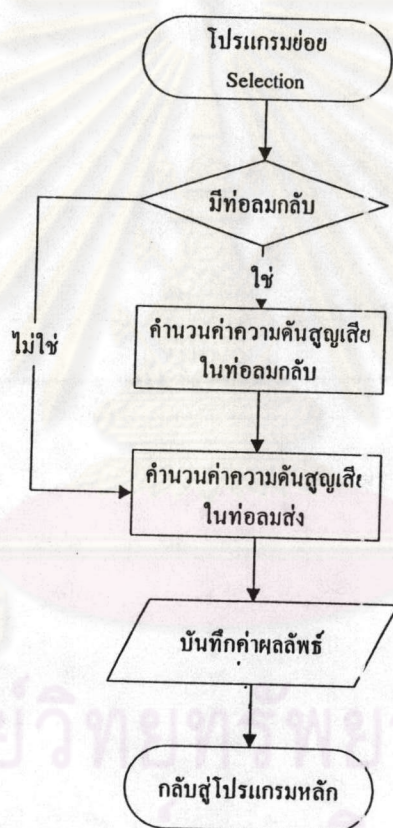
รูปที่ ก.1 แผนผังแสดงลำดับการคำนวณ โดยวิธีที่ได้พัฒนาขึ้น



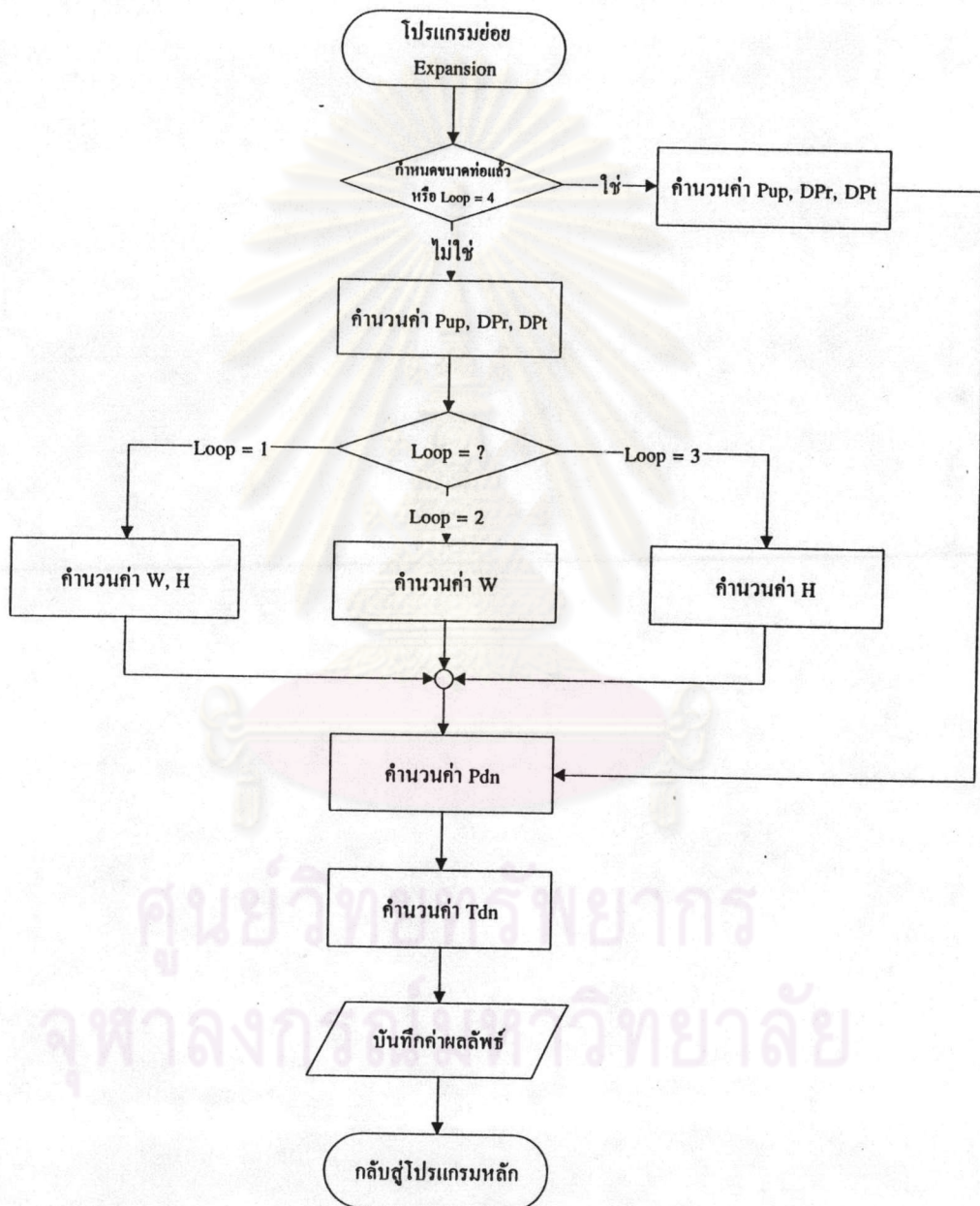
รูปที่ ก.2 แผนผังแสดงลำดับการคำนวณในขั้นตอนการหาตัวแปรที่จำเป็น



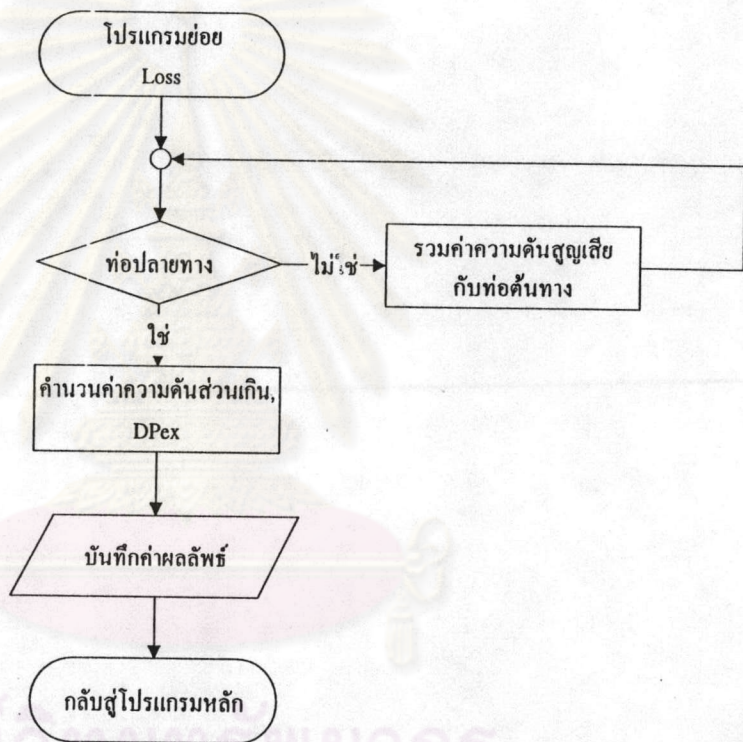
รูปที่ ก.3 แผนผังแสดงลำดับการคำนวณในวันตอนการรวมระบบ



รูปที่ ก.4 แผนผังแสดงลำดับการคำนวณในขั้นตอนการเลือกอุปกรณ์ส่งลม



รูปที่ ก.5 แผนผังแสดงลำดับการคำนวณในขั้นตอนการกระจายระบบ



รูปที่ ก.6 แผนผังแสดงลำดับการคำนวณในขั้นตอนการหาค่าความดันส่วนเกิน

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสูญเสียทางพลศาสตร์



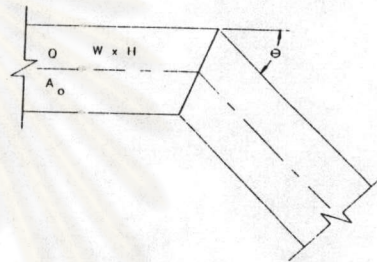
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข ตัวอย่างตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสูญเสียทางพลศาสตร์

RECTANGULAR FITTINGS

CR3-6 Elbow, Mitered (Idelchik *et al.* 1986, Diagram 6-5)

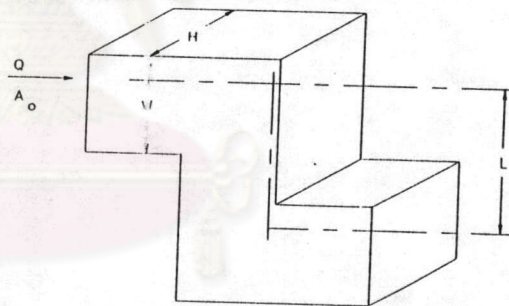
		C_D Values										
		H/W										
θ	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	8.00	
20	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	
30	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	
45	0.38	0.37	0.36	0.34	0.33	0.31	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	
60	0.60	0.59	0.57	0.55	0.52	0.49	0.46	0.43	0.41	0.39	0.38	
75	0.89	0.87	0.84	0.81	0.77	0.73	0.67	0.63	0.61	0.58	0.57	
90	1.30	1.27	1.23	1.18	1.13	1.07	0.98	0.92	0.89	0.85	0.83	



CR3-17 Elbow, Z-Shaped (Idelchik *et al.* 1986, Diagram 6-11)

		C_D Values												
		L/W												
H/W	0.0	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	4.0	8.0	10.0	100.0
0.25	0.00	0.68	0.99	1.77	2.89	3.97	4.41	4.60	4.64	4.60	3.39	3.03	2.70	2.53
0.50	0.00	0.66	0.96	1.72	2.81	3.86	4.29	4.47	4.52	4.47	3.30	2.94	2.62	2.46
0.75	0.00	0.64	0.94	1.67	2.74	3.75	4.17	4.35	4.39	4.35	3.20	2.86	2.55	2.39
1.00	0.00	0.62	0.90	1.61	2.63	3.61	4.01	4.18	4.22	4.18	3.08	2.75	2.45	2.30
1.50	0.00	0.59	0.86	1.53	2.50	3.43	3.81	3.97	4.01	3.97	2.93	2.61	2.33	2.19
2.00	0.00	0.56	0.81	1.45	2.37	3.25	3.61	3.76	3.80	3.76	2.77	2.48	2.21	2.07
3.00	0.00	0.51	0.75	1.34	2.18	3.00	3.33	3.47	3.50	3.47	2.56	2.28	2.03	1.91
4.00	0.00	0.48	0.70	1.26	2.05	2.82	3.13	3.26	3.29	3.26	2.40	2.15	1.91	1.79
6.00	0.00	0.45	0.65	1.16	1.89	2.60	2.89	3.01	3.04	3.01	2.22	1.98	1.76	1.66
8.00	0.00	0.43	0.63	1.13	1.84	2.53	2.81	2.93	2.95	2.93	2.16	1.93	1.72	1.61

		Reynolds No. Correction Factor, K_r							
Re/1000	10	20	30	40	60	80	100	140	500
K_r	1.40	1.26	1.19	1.14	1.09	1.06	1.04	1.00	1.00



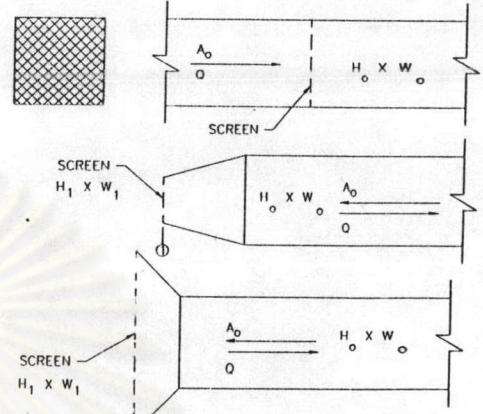
$C_D = K_r C_p$

where K_r = Reynolds number correction factor

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CR6-1 Screen (Only) (Idelchik et al. 1986, Diagrams 8-6 and 3-15)

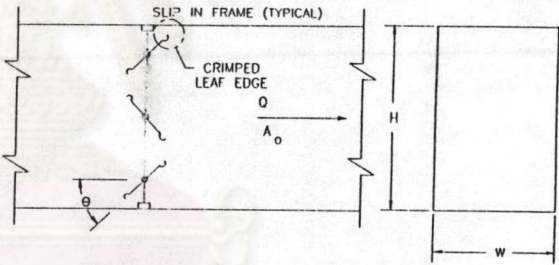
		C _o Values													
		n													
A ₁ /A _o		0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.90	1.00	
0.2	155.00	102.50	75.00	55.00	41.25	31.50	24.25	18.75	14.50	11.00	8.00	3.50	0.00	0.00	
0.3	68.89	45.56	33.33	24.41	18.33	14.00	10.78	8.33	6.44	4.89	3.56	1.56	0.00	0.00	
0.4	38.75	25.63	18.75	13.75	10.31	7.88	6.06	4.69	3.63	2.75	2.00	0.88	0.00	0.00	
0.5	24.80	16.40	12.00	8.80	6.60	5.04	3.88	3.00	2.32	1.76	1.28	0.56	0.00	0.00	
0.6	17.22	11.39	8.33	6.11	4.58	3.50	2.69	2.08	1.61	1.22	0.89	0.39	0.00	0.00	
0.7	12.65	8.37	6.12	4.49	3.37	2.57	1.98	1.53	1.18	0.90	0.65	0.29	0.00	0.00	
0.8	9.69	6.40	4.69	3.44	2.58	1.97	1.52	1.17	0.91	0.69	0.50	0.22	0.00	0.00	
0.9	7.65	5.06	3.70	2.72	2.04	1.56	1.20	0.93	0.72	0.54	0.40	0.17	0.00	0.00	
1.0	6.20	4.10	3.00	2.20	1.65	1.26	0.97	0.75	0.58	0.44	0.32	0.14	0.00	0.00	
1.2	4.31	2.85	2.08	1.53	1.15	0.88	0.67	0.36	0.40	0.31	0.22	0.10	0.00	0.00	
1.4	3.16	2.09	1.53	1.12	0.84	0.64	0.49	0.38	0.30	0.22	0.16	0.07	0.00	0.00	
1.6	2.42	1.60	1.17	0.86	0.64	0.49	0.38	0.29	0.23	0.17	0.13	0.05	0.00	0.00	
1.8	1.91	1.27	0.93	0.68	0.51	0.39	0.30	0.23	0.18	0.14	0.10	0.04	0.00	0.00	
2.0	1.55	1.03	0.75	0.55	0.41	0.32	0.24	0.19	0.15	0.11	0.08	0.04	0.00	0.00	
2.5	0.99	0.66	0.48	0.35	0.26	0.20	0.16	0.12	0.09	0.07	0.05	0.02	0.00	0.00	
3.0	0.69	0.46	0.33	0.24	0.18	0.14	0.11	0.08	0.06	0.05	0.04	0.02	0.00	0.00	
4.0	0.39	0.26	0.19	0.14	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	
6.0	0.17	0.11	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	



n = free area ratio of screen
 A_o = area of duct
 A₁ = cross-sectional area of duct of fitting where screen is located

CR9-4 Damper, Opposed Blades (Brown and Fellows 1957)

		C _o Values								
		θ								
L/R		0	10	20	30	40	50	60	70	80
0.3	0.52	0.79	1.91	3.77	8.55	19.46	70.12	295.21	807.23	
0.4	0.52	0.85	2.07	4.61	10.42	26.73	92.90	346.25	926.34	
0.5	0.52	0.93	2.25	5.44	12.29	33.99	118.91	393.36	1045.44	
0.6	0.52	1.00	2.46	5.99	14.15	41.26	143.69	440.25	1163.09	
0.8	0.52	1.08	2.66	6.96	18.18	56.47	193.92	520.27	1324.85	
1.0	0.52	1.17	2.91	7.31	20.25	71.68	245.45	576.00	1521.00	
1.5	0.52	1.38	3.16	9.51	27.56	107.41	361.00	717.05	1804.40	

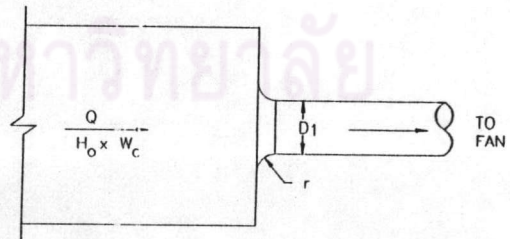


$$L/R = \frac{N W}{2(H + W)}$$

where
 N = number of damper blades
 W = duct dimension parallel to blade axis, mm
 H = duct height, mm
 L = sum of damper blade lengths, mm
 R = perimeter of duct, mm

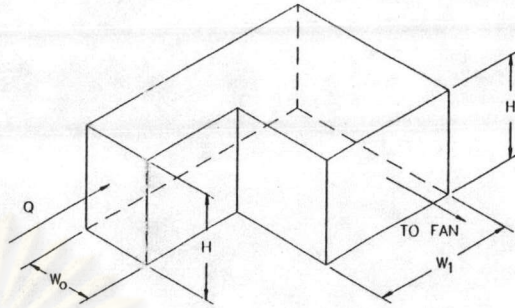
ER2-1 Bellmouth, Plenum to Round, Exhaust/Return Systems (Idelchik et al. 1986, Diagram 4-9)

		C _o Values												
		r/D ₁												
A _o /A ₁		0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.16	0.20	10.00
1.5	0.22	0.20	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.07	0.05	0.04	0.03	0.01	0.01	0.00
2.0	0.13	0.11	0.08	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00
2.5	0.08	0.07	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
3.0	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
4.0	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
8.0	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



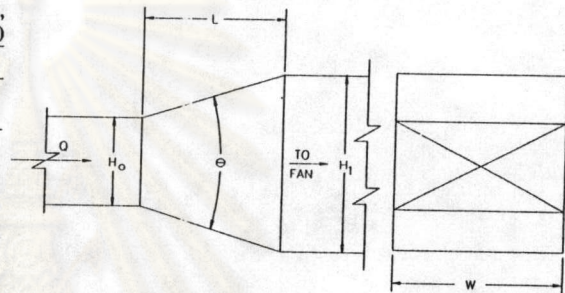
ER3-1 Elbow, 90 Degree, Variable Inlet/Outlet Areas, Exhaust/Return Systems (Idelchik *et al.* 1986, Diagram 6-4)

C_o Values							
H/W_o	W_1/W_o						
	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0
0.25	1.76	1.43	1.24	1.14	1.09	1.06	1.06
1.00	1.70	1.36	1.15	1.02	0.95	0.90	0.84
4.00	1.46	1.10	0.90	0.81	0.76	0.72	0.66
100.00	1.50	1.04	0.79	0.69	0.63	0.60	0.55



ER4-1 Transition, Rectangular, Two Sides Parallel, Symmetrical, Exhaust/Return Systems (Idelchik *et al.* 1986, Diagram 5-5)

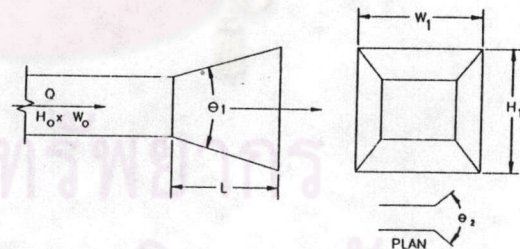
C_o Values										
A_o/A_1	θ									
	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180
0.06	0.26	0.27	0.40	0.56	0.71	0.86	1.00	0.99	0.98	0.98
0.10	0.24	0.26	0.36	0.53	0.69	0.82	0.93	0.93	0.92	0.91
0.25	0.17	0.19	0.22	0.42	0.60	0.68	0.70	0.69	0.67	0.66
0.50	0.14	0.13	0.15	0.24	0.35	0.37	0.38	0.37	0.36	0.35
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.00	0.23	0.20	0.20	0.20	0.24	0.28	0.54	0.78	1.02	1.09
4.00	0.81	0.64	0.64	0.64	0.88	1.12	2.78	4.38	5.65	6.60
6.00	1.82	1.44	1.44	1.44	1.98	2.53	6.56	10.20	13.00	15.20
10.00	5.03	5.00	5.00	5.00	6.50	8.02	19.10	29.10	37.10	43.10



$A_o/A_1 < \text{or} > 1$

SR2-5 Pyramidal Diffuser, Free Discharge (Idelchik *et al.* 1986, Diagram 11-5)

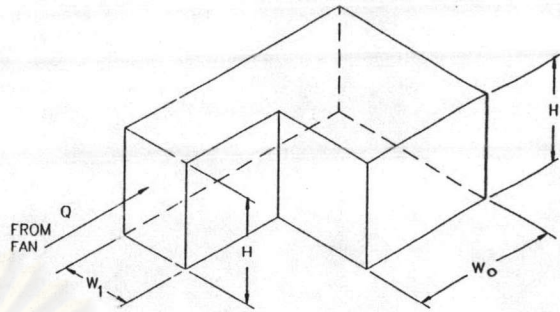
C_o Values										
A_1/A_o	Re/1000	θ								
		8	10	14	20	30	45	60	90	120
1	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	50	0.65	0.68	0.74	0.82	0.92	1.05	1.10	1.08	1.08
	100	0.61	0.66	0.73	0.81	0.90	1.04	1.09	1.08	1.08
	200	0.57	0.61	0.70	0.79	0.89	1.04	1.09	1.08	1.08
	400	0.50	0.56	0.64	0.76	0.88	1.02	1.07	1.08	1.08
	2000	0.50	0.56	0.64	0.76	0.88	1.02	1.07	1.08	1.08
4	50	0.53	0.60	0.69	0.78	0.90	1.02	1.07	1.09	1.09
	100	0.49	0.55	0.66	0.78	0.90	1.02	1.07	1.09	1.09
	200	0.42	0.50	0.62	0.74	0.87	1.00	1.06	1.08	1.08
	400	0.36	0.44	0.56	0.70	0.84	0.99	1.06	1.08	1.08
	2000	0.36	0.44	0.56	0.70	0.84	0.99	1.06	1.08	1.08
6	50	0.50	0.57	0.66	0.77	0.91	1.02	1.07	1.08	1.08
	100	0.47	0.54	0.63	0.76	0.98	1.02	1.07	1.08	1.08
	200	0.42	0.48	0.60	0.73	0.88	1.00	1.06	1.08	1.08
	400	0.34	0.44	0.56	0.73	0.86	0.98	1.06	1.08	1.08
	2000	0.34	0.44	0.56	0.73	0.86	0.98	1.06	1.08	1.08
10	50	0.45	0.53	0.64	0.74	0.85	0.97	1.10	1.12	1.12
	100	0.40	0.48	0.62	0.73	0.85	0.97	1.10	1.12	1.12
	200	0.34	0.44	0.56	0.69	0.82	0.95	1.10	1.11	1.11
	400	0.28	0.40	0.55	0.67	0.80	0.93	1.09	1.11	1.11
	2000	0.28	0.40	0.55	0.67	0.80	0.93	1.09	1.11	1.11



θ is larger of θ_1 and θ_2

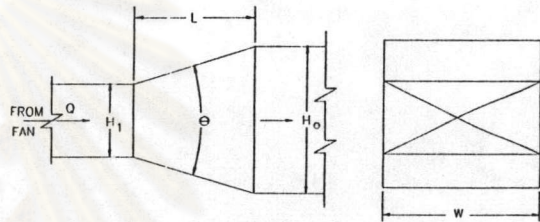
SR3-1 Elbow, 90 Degree, Variable Inlet/Outlet Areas, Supply Air Systems (Idelchik *et al.* 1986, Diagram 6-4)

H/W_1	C_o Values						
	W_o/W_1						
	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0
0.25	0.63	0.92	1.24	1.64	2.14	2.71	4.24
1.00	0.61	0.87	1.15	1.47	1.86	2.30	3.36
4.00	0.53	0.70	0.90	1.17	1.49	1.84	2.64
100.00	0.54	0.67	0.79	0.99	1.23	1.54	2.20



SR4-1 Transition, Rectangular, Two Sides Parallel, Symmetrical, Supply Air Systems (Idelchik *et al.* 1986, Diagram 5-5)

A_o/A_1	C_o Values									
	θ									
	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180
0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.08	0.19	0.29	0.37	0.43
0.17	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.07	0.18	0.28	0.36	0.42
0.25	0.05	0.04	0.04	0.04	0.06	0.07	0.17	0.27	0.35	0.41
0.50	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.14	0.20	0.26	0.27
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2.00	0.56	0.52	0.60	0.96	1.40	1.48	1.52	1.48	1.44	1.40
4.00	2.72	3.04	3.52	6.72	9.60	10.88	11.20	11.04	10.72	10.56
10.00	24.00	26.00	36.00	53.00	69.00	82.00	93.00	93.00	92.00	91.00
16.00	66.56	69.12	102.40	143.36	181.76	220.16	256.00	253.44	250.88	250.88

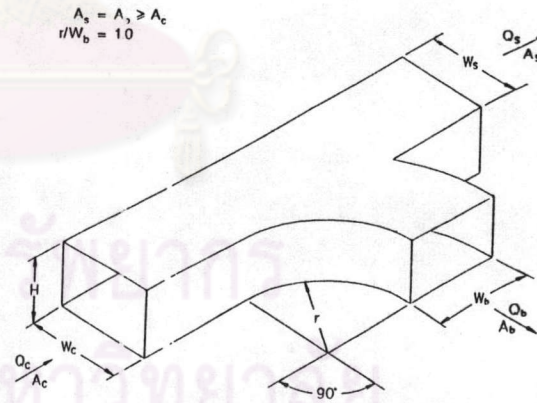


$A_o/A_1 < \text{or} > 1$

SR5-1 Smooth Wye of Type $A_s + A_b > \text{or} = A_c$, Branch 90° to Main, Diverging (Idelchik *et al.* 1986, Diagram 7-21)

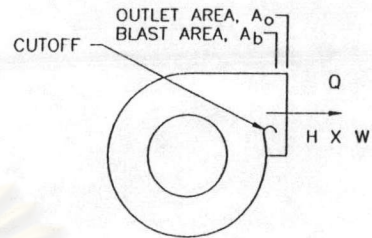
A_s/A_c	A_b/A_c	C_b Values								
		Q_b/Q_c								
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.50	0.25	3.44	0.70	0.30	0.20	0.17	0.16	0.16	0.17	0.18
	0.50	11.00	2.37	1.06	0.64	0.52	0.47	0.47	0.47	0.48
	1.00	60.00	13.00	4.78	2.06	0.96	0.47	0.31	0.27	0.26
0.75	0.25	2.19	0.55	0.35	0.31	0.33	0.35	0.36	0.37	0.39
	0.50	13.00	2.50	0.89	0.47	0.34	0.31	0.32	0.36	0.43
	1.00	70.00	15.00	5.67	2.62	1.36	0.78	0.53	0.41	0.36
1.00	0.25	3.44	0.78	0.42	0.33	0.30	0.31	0.40	0.42	0.46
	0.50	15.50	3.00	1.11	0.62	0.48	0.42	0.40	0.42	0.46
	1.00	67.00	13.75	5.11	2.31	1.28	0.81	0.59	0.47	0.46

A_s/A_c	A_b/A_c	C_s Values								
		Q_s/Q_c								
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.50	0.25	8.75	1.62	0.50	0.17	0.05	0.00	-0.02	-0.02	0.00
	0.50	7.50	1.12	0.25	0.06	0.05	0.09	0.14	0.19	0.22
	1.00	5.00	0.62	0.17	0.08	0.08	0.09	0.12	0.15	0.19
0.75	0.25	19.13	3.38	1.00	0.28	0.05	-0.02	-0.02	0.00	0.06
	0.50	20.81	3.23	0.75	0.14	-0.02	-0.05	-0.05	-0.02	0.03
	1.00	16.88	2.81	0.63	0.11	-0.02	-0.05	0.01	0.00	0.07
1.00	0.25	46.00	9.50	3.22	1.31	0.52	0.14	-0.02	-0.05	-0.01
	0.50	35.00	6.75	2.11	0.75	0.24	0.00	-0.10	-0.09	-0.04
	1.00	38.00	7.50	2.44	0.81	0.24	-0.03	-0.08	-0.06	-0.02



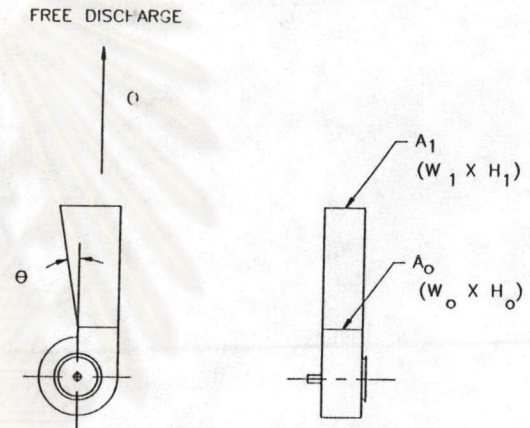
SR7-1 Fan, Centrifugal, without Outlet Diffuser, Free Discharge (AMCA 1990a, Figure 8-3)

A_b/A_o	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
C_o	2.00	2.00	1.00	0.80	0.47	0.22	0.00



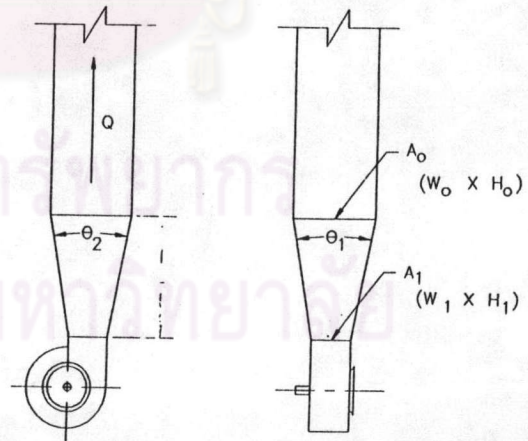
SR7-2 Plane Asymmetric Diffuser at Centrifugal Fan Outlet, Free Discharge (Idelchik *et al.* 1986, Diagram 11-11)

θ	C_o Values					
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
10	0.51	0.34	0.25	0.21	0.18	0.17
15	0.54	0.36	0.27	0.24	0.22	0.20
20	0.55	0.38	0.31	0.27	0.25	0.24
25	0.59	0.43	0.37	0.35	0.33	0.33
30	0.63	0.50	0.46	0.44	0.43	0.42
35	0.65	0.56	0.53	0.52	0.51	0.50



SR7-17 Pyramidal Diffuser at Centrifugal Fan Outlet with Ductwork (Idelchik *et al.* 1986, Diagram 5-16)

θ	C_o Values					
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
10	0.10	0.18	0.21	0.23	0.24	0.25
15	0.23	0.33	0.38	0.40	0.42	0.44
20	0.31	0.43	0.48	0.53	0.56	0.58
25	0.36	0.49	0.55	0.58	0.62	0.64
30	0.42	0.53	0.59	0.64	0.67	0.69



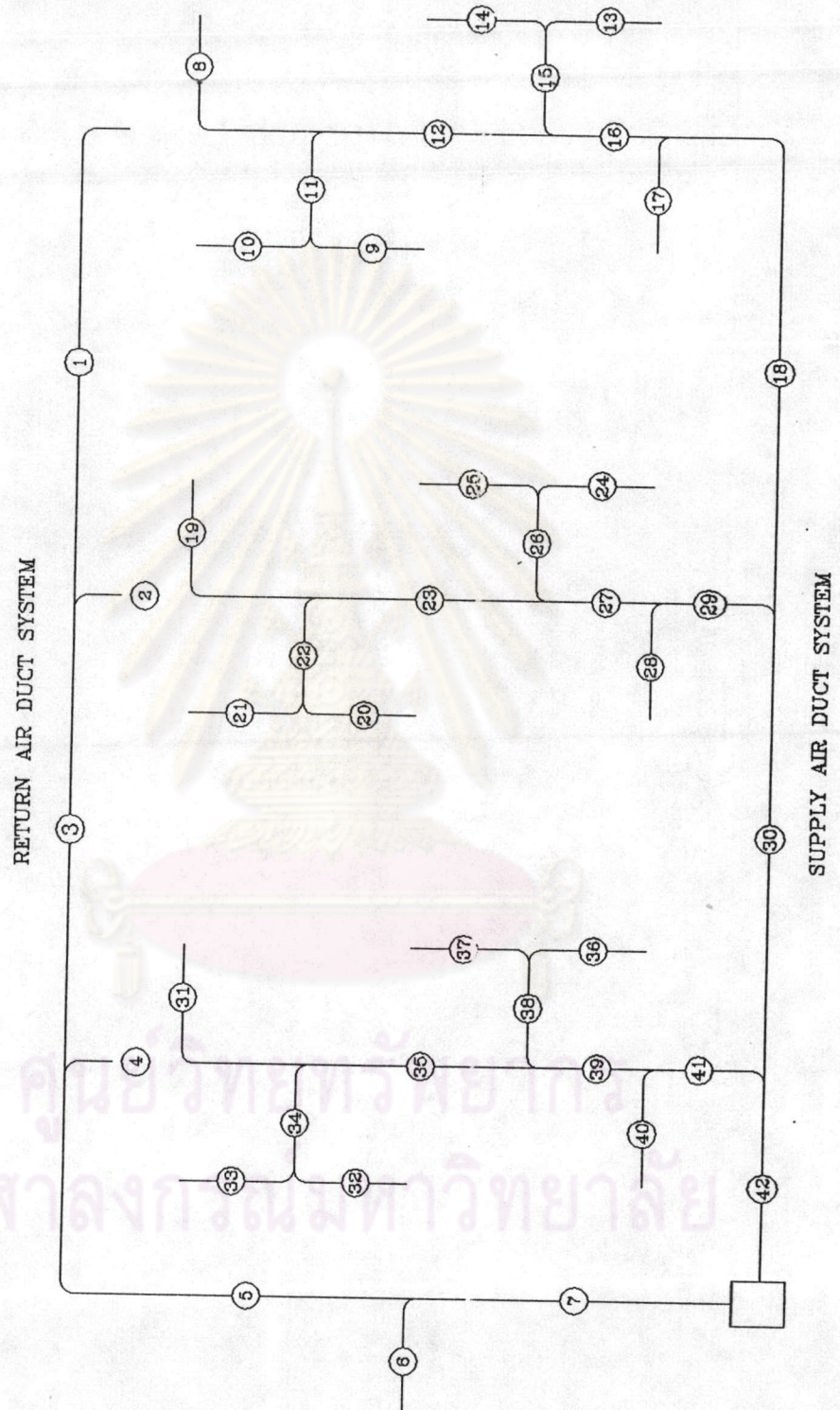
θ is larger of θ_1 and θ_2

ภาคผนวก ก

ผลลัพธ์จากการออกแบบระบบที่อลมทดสอบ



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ค.1 รูปแสดงระบบท่อลมทดสอบที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

ตารางที่ ค.1 ตารางแสดงรายละเอียดข้อมูลเบื้องต้นของท่อลมทดสอบ

INPUT DATA										
Sections				Air Flow	Duct Length	Additional Pressure	Require Duct Height	Duct Width	Constraints Aspect ratio	
-----	Ch1	Ch2	Ch3	m3/s	m	Loss, Pa	m	m	--	
S	S1	S2	S3	Q	L	DPz	H _z	W _z	r _z	
1	0	0	0	2.20	10.00	.00	.000	.000	1.00	
2	0	0	0	2.20	1.00	.00	.000	.000	1.00	
3	1	2	0	4.40	10.00	.00	.000	.000	1.00	
4	0	0	0	2.20	1.00	.00	.000	.000	1.00	
5	3	4	0	6.60	12.50	.00	.000	.000	1.00	
6	0	0	0	.60	2.50	.00	.350	.350	1.00	
7	5	6	0	7.20	7.00	.00	.000	.000	1.00	
8	0	0	0	.40	5.00	.00	.000	.000	1.00	
9	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
10	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
11	9	10	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00	
12	8	11	0	1.20	5.00	.00	.000	.000	1.00	
13	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
14	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
15	13	14	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00	
16	12	15	0	2.00	2.50	.00	.000	.000	1.00	
17	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
18	16	17	0	2.40	12.50	.00	.000	.000	1.00	
19	0	0	0	.40	5.00	.00	.000	.000	1.00	
20	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
21	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
22	20	21	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00	
23	19	22	0	1.20	5.00	.00	.000	.000	1.00	
24	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
25	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
26	24	25	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00	
27	23	26	0	2.00	2.50	.00	.000	.000	1.00	
28	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
29	27	28	0	2.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
30	18	29	0	4.80	10.00	.00	.000	.000	1.00	
31	0	0	0	.40	5.00	.00	.000	.000	1.00	
32	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
33	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
34	32	33	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00	
35	31	34	0	1.20	5.00	.00	.000	.000	1.00	
36	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
37	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
38	36	37	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00	
39	35	38	0	2.00	2.50	.00	.000	.000	1.00	
40	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
41	39	40	0	2.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
42	30	41	0	7.20	4.50	50.00	.000	.000	1.00	

ตารางที่ ก.2 ตารางแสดงข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบด้วยวิธี T-Method เดิม

Existed T-Method Duct Design

INPUT DATA										
Sections				Air	Duct	Additional	Require Duct	Constraints		
-----	-----	-----	-----	Flow	Length	Pressure	Height	Width	Aspect ratio	
Sec	Ch1	Ch2	Ch3	m3/s	m	Loss, Pa	m	m	--	
S	S1	S2	S3	Q	L	DPz	H _z	W _z	r _z	
1	0	0	0	2.20	10.00	.00	.000	.000	1.00	
2	0	0	0	2.20	1.00	.00	.000	.000	1.00	
3	1	2	0	4.40	10.00	.00	.000	.000	1.00	
4	0	0	0	2.20	1.00	.00	.000	.000	1.00	
5	3	4	0	6.60	12.50	.00	.000	.000	1.00	
6	0	0	0	.60	2.50	.00	.350	.350	1.00	
7	5	6	0	7.20	7.00	.00	.000	.000	1.00	
8	0	0	0	.40	5.00	.00	.000	.000	1.00	
9	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
10	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
11	9	10	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00	
12	8	11	0	1.20	5.00	.00	.000	.000	1.00	
13	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
14	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
15	13	14	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00	
16	12	15	0	2.00	2.50	.00	.000	.000	1.00	
17	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
18	16	17	0	2.40	12.50	.00	.000	.000	1.00	
19	0	0	0	.40	5.00	.00	.000	.000	1.00	
20	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
21	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
22	20	21	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00	
23	19	22	0	1.20	5.00	.00	.000	.000	1.00	
24	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
25	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
26	24	25	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00	
27	23	26	0	2.00	2.50	.00	.000	.000	1.00	
28	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
29	27	28	0	2.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
30	18	29	0	4.80	10.00	.00	.000	.000	1.00	
31	0	0	0	.40	5.00	.00	.000	.000	1.00	
32	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
33	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
34	32	33	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00	
35	31	34	0	1.20	5.00	.00	.000	.000	1.00	
36	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
37	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
38	36	37	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00	
39	35	38	0	2.00	2.50	.00	.000	.000	1.00	
40	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
41	39	40	0	2.40	2.50	.00	.000	.000	1.00	
42	30	41	0	7.20	4.50	50.00	.000	.000	1.00	



ตารางที่ ค.3.1 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย VSF ของวิธี T-Method เดิม
ในครั้งการคำนวณที่เหมาะสมที่สุด

LOOP = 1 ITERATION =113

VELOCITY-SIZE-FRICTION						
Air Velocity m/s	Previous Duct Height m	Duct Size Width m	Hydraulic Diameter m	Friction Factor --	Total C-Coefficient ---	Actual Pressure Loss
V	Hp	Wp	Df	f	C	Dp
3.96	.746	.746	.746	.017	1.034	11.80
4.92	.669	.669	.669	.016	.790	11.80
5.96	.859	.859	.859	.015	.409	12.48
5.79	.616	.616	.616	.016	1.179	24.29
5.85	1.063	1.063	1.063	.015	.736	18.61
4.90	.350	.350	.350	.019	1.139	18.33
4.26	1.300	1.300	1.300	.015	.520	6.53
1.85	.465	.465	.465	.021	5.125	11.01
7.87	.225	.225	.225	.020	.085	11.18
7.87	.225	.225	.225	.020	.085	11.18
4.02	.446	.446	.446	.018	.868	9.40
7.93	.389	.389	.389	.017	-.183	1.48
9.24	.208	.208	.208	.019	.015	12.73
9.24	.208	.208	.208	.019	.015	12.73
1.93	.644	.644	.644	.019	8.259	18.61
14.36	.373	.373	.373	.016	-.147	-4.61
4.44	.300	.300	.300	.020	1.400	18.56
4.97	.695	.695	.695	.016	.544	12.42
7.70	.228	.228	.228	.020	.540	34.41
8.14	.222	.222	.222	.019	.225	17.69
8.14	.222	.222	.222	.019	.225	17.69
6.97	.339	.339	.339	.018	.935	31.12
16.95	.266	.266	.266	.017	.047	64.06
9.68	.203	.203	.203	.019	.014	14.25
9.68	.203	.203	.203	.019	.014	14.25
1.99	.634	.634	.634	.019	9.685	23.24
16.28	.350	.350	.350	.016	-.476	-57.19
4.44	.300	.300	.300	.020	1.305	17.44
2.02	1.089	1.089	1.089	.017	2.839	7.07
6.67	.848	.848	.848	.015	.105	7.52
8.20	.221	.221	.221	.019	.470	36.79
8.42	.218	.218	.218	.019	.225	19.07
8.42	.218	.218	.218	.019	.225	19.07
7.21	.333	.333	.333	.018	.642	24.24
15.99	.274	.274	.274	.017	.007	49.27
10.33	.197	.197	.197	.019	.014	16.68
10.33	.197	.197	.197	.019	.014	16.68
2.06	.623	.623	.623	.019	11.125	28.54
17.28	.340	.340	.340	.016	-.336	-38.75
4.44	.300	.300	.300	.020	1.354	18.02
3.24	.861	.861	.861	.017	1.143	7.49
3.65	1.404	1.404	1.404	.015	.520	54.54

ตารางที่ ค.3.2 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย VSF ของวิธี T-Method เดิม
หลังจากที่ได้เลือกขนาดท่อลมใช้งาน

LOOP = 4 ITERATION = 1

VELOCITY-SIZE-FRICTION						
Air Velocity m/s	Previous Duct Height m	Duct Size Width m	Hydraulic Diameter m	Friction Factor --	Total C-Coefficient ---	Actual Pressure Loss
V	Hp	Wp	Df	f	C	Dp
3.91	.750	.750	.750	.017	1.030	11.48
4.90	.670	.670	.670	.016	.799	11.86
5.95	.860	.860	.860	.015	.405	12.35
5.72	.620	.620	.620	.016	1.181	23.74
5.87	1.060	1.060	1.060	.015	.742	18.92
4.90	.350	.350	.350	.019	1.132	18.24
4.26	1.300	1.300	1.300	.015	.520	6.52
2.50	.400	.400	.400	.021	12.521	47.93
8.26	.220	.220	.220	.019	.089	12.71
8.26	.220	.220	.220	.019	.089	12.71
4.33	.430	.430	.430	.018	1.116	13.74
15.31	.280	.280	.280	.017	.049	50.15
9.07	.210	.210	.210	.019	.016	12.21
9.07	.210	.210	.210	.019	.016	12.21
1.95	.640	.640	.640	.019	8.725	20.14
14.61	.370	.370	.370	.016	-.143	-4.16
4.44	.300	.300	.300	.020	1.430	18.92
5.04	.690	.690	.690	.016	.543	12.77
6.40	.250	.250	.250	.020	.281	16.55
6.94	.240	.240	.240	.020	.135	9.82
6.94	.240	.240	.240	.020	.135	9.82
4.54	.420	.420	.420	.018	.218	4.03
8.77	.370	.370	.370	.017	-.184	2.23
10.00	.200	.200	.200	.019	.013	15.35
10.00	.200	.200	.200	.019	.013	15.35
1.95	.640	.640	.640	.019	9.095	20.99
15.43	.360	.360	.360	.016	-.477	-51.93
4.44	.300	.300	.300	.020	1.275	17.08
1.98	1.100	1.100	1.100	.017	2.968	7.10
6.80	.840	.840	.840	.015	.113	8.09
7.56	.230	.230	.230	.020	.254	23.28
7.56	.230	.230	.230	.020	.168	13.05
7.56	.230	.230	.230	.020	.168	13.05
5.54	.380	.380	.380	.018	.218	6.20
9.80	.350	.350	.350	.017	-.164	4.68
10.00	.200	.200	.200	.019	.014	15.40
10.00	.200	.200	.200	.019	.014	15.40
2.02	.630	.630	.630	.019	9.881	24.27
16.33	.350	.350	.350	.016	-.338	-35.41
4.44	.300	.300	.300	.020	1.308	17.47
3.17	.870	.870	.870	.017	1.160	7.29
3.62	1.410	1.410	1.410	.015	.520	54.46

ตารางที่ ค.4.1 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Condensing ของวิธี T-Method เดิม
ในครั้งการคำนวณที่เหมาะสมที่สุด

LOOP = 1 ITERATION =113

CONDENSING				
Sectional Coefficients				Add. Pressure Loss
(mu)	Ks	Kt	T	DPmax, Pa
.937	15147.44	15147.44	1.00	.00
.545	1359.19	1359.19	1.00	.00
.503	17649.73	39231.69	.51	.00
.743	1446.24	1446.24	1.00	.00
.964	29555.00	80506.95	.43	.00
.000	.00	.00	.00	18.33
.778	16418.01	106825.80	.21	18.33
2.489	4656.50	4656.50	1.00	.00
.068	1132.69	1132.69	1.00	.00
.068	1132.69	1132.69	1.00	.00
.433	2165.77	5089.85	.49	.00
.015	2608.34	13765.29	.25	.00
.052	1072.79	1072.79	1.00	.00
.052	1072.79	1072.79	1.00	.00
5.367	3582.40	6544.77	.51	.00
.010	1470.29	23072.82	.10	.00
.000	.00	.00	.00	18.56
.581	17821.71	46910.71	.45	18.56
.221	2868.38	2868.38	1.00	.00
.099	1220.70	1220.70	1.00	.00
.099	1220.70	1220.70	1.00	.00
.362	2089.19	5201.66	.47	.00
.099	3790.34	13472.00	.35	.00
.052	1072.03	1072.03	1.00	.00
.052	1072.03	1072.03	1.00	.00
6.186	3685.57	6656.90	.61	.00
.010	1470.29	22887.75	.10	.00
.000	.00	.00	.00	17.44
3.135	4992.62	30812.22	.22	17.44
.239	15745.66	102988.60	.21	18.56
.201	2815.59	2815.59	1.00	.00
.098	1218.75	1218.75	1.00	.00
.098	1218.75	1218.75	1.00	.00
.259	1953.76	5039.12	.45	.00
.088	3703.42	13130.09	.35	.00
.051	1070.80	1070.80	1.00	.00
.051	1070.80	1070.80	1.00	.00
6.980	3775.73	6753.34	.62	.00
.010	1470.29	22636.94	.10	.00
.000	.00	.00	.00	18.02
1.026	3993.17	29177.64	.19	18.02
.797	10603.75	151771.00	.11	68.56



ตารางที่ ค.4.2 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Condensing ของวิธี T-Method เดิม
หลังจากที่ได้เลือกขนาดท่อลมใช้งาน

LOOP = 4 ITERATION = 1

CONDENSING				
Sectional Coefficients			Add. Pressure Loss	
(mu)	Ks	Kt	T	DPmax, Pa
.000	.00	.00	.00	11.48
.000	.00	.00	.00	11.86
.000	.00	.00	.00	24.22
.000	.00	.00	.00	23.74
.000	.00	.00	.00	43.14
.000	.00	.00	.00	18.24
.000	.00	.00	.00	49.66
.000	.00	.00	.00	47.93
.000	.00	.00	.00	12.71
.000	.00	.00	.00	12.71
.000	.00	.00	.00	26.45
.000	.00	.00	.00	98.08
.000	.00	.00	.00	12.21
.000	.00	.00	.00	12.21
.000	.00	.00	.00	32.35
.000	.00	.00	.00	93.93
.000	.00	.00	.00	18.92
.000	.00	.00	.00	106.70
.000	.00	.00	.00	16.55
.000	.00	.00	.00	9.82
.000	.00	.00	.00	9.82
.000	.00	.00	.00	13.85
.000	.00	.00	.00	18.78
.000	.00	.00	.00	15.35
.000	.00	.00	.00	15.35
.000	.00	.00	.00	36.34
.000	.00	.00	.00	-15.59
.000	.00	.00	.00	17.08
.000	.00	.00	.00	24.18
.000	.00	.00	.00	114.79
.000	.00	.00	.00	23.28
.000	.00	.00	.00	13.05
.000	.00	.00	.00	13.05
.000	.00	.00	.00	19.26
.000	.00	.00	.00	27.96
.000	.00	.00	.00	15.40
.000	.00	.00	.00	15.40
.000	.00	.00	.00	39.68
.000	.00	.00	.00	4.27
.000	.00	.00	.00	17.47
.000	.00	.00	.00	24.76
.000	.00	.00	.00	169.25

ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Selection ของวิธี T-Method เดิมในครั้งการคำนวณที่
เหมาะสมที่สุด และหลังจากที่ได้เลือกขนาดท่อลมใช้งาน

LOOP = 1 ITERATION = 113

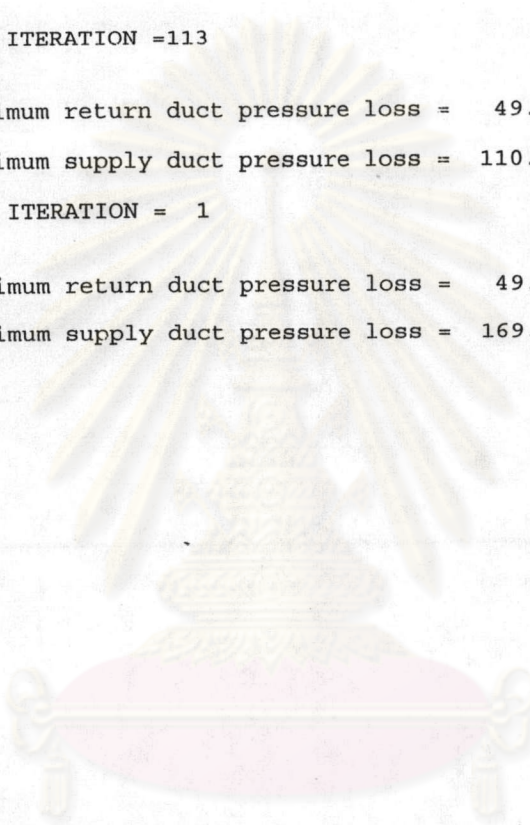
Optimum return duct pressure loss = 49.43 Pa at root 7

Optimum supply duct pressure loss = 110.23 Pa at root 42

LOOP = 4 ITERATION = 1

Optimum return duct pressure loss = 49.66 Pa at root 7

Optimum supply duct pressure loss = 169.25 Pa at root 42



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.5.1 ตารางแสดงผลลัพธ์การกระจายขนาด ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Expansion
ของวิธี T-Method เดิมในครั้งการคำนวณที่เหมาะสมที่สุด

LOOP = 1 ITERATION =113

EXPANSION					
Pressure at Upper Node Pa	Required Duct Pa	Pressure Loss Total Pa	Pressure at Down Node Pa	Estimated Height m	Size Width m
Pup	DPr	DPt	Pdn	H	W
11.80	11.80	11.80	.00	.746	.746
11.80	11.80	11.80	.00	.669	.669
24.29	12.48	12.48	11.80	.859	.859
24.29	24.29	24.29	.00	.616	.616
42.90	18.61	18.61	24.29	1.063	1.063
42.90	18.33	18.33	24.57	.350	.350
49.43	6.53	6.53	42.90	1.300	1.300
23.48	23.48	23.48	.00	.400	.400
11.96	11.96	11.96	.00	.222	.222
11.96	11.96	11.96	.00	.222	.222
23.48	11.52	11.52	11.96	.429	.429
31.31	7.83	7.83	23.48	.279	.279
12.36	12.36	12.36	.00	.209	.209
12.36	12.36	12.36	.00	.209	.209
31.31	18.95	18.95	12.36	.642	.642
34.82	3.51	3.51	31.31	.369	.369
34.82	18.56	18.56	16.26	.300	.300
47.93	13.11	13.11	34.82	.687	.687
24.17	24.17	24.17	.00	.245	.245
12.87	12.87	12.87	.00	.236	.236
12.87	12.87	12.87	.00	.236	.236
24.17	11.30	11.30	12.87	.415	.415
37.05	12.88	12.88	24.17	.367	.367
14.41	14.41	14.41	.00	.203	.203
14.41	14.41	14.41	.00	.203	.203
37.05	22.64	22.64	14.41	.637	.637
41.24	4.19	4.19	37.05	.356	.356
41.24	17.44	17.44	23.80	.300	.300
47.93	6.69	6.69	41.24	1.101	1.101
55.69	7.76	7.76	47.93	.843	.843
28.38	28.38	28.38	.00	.233	.233
15.49	15.49	15.49	.00	.227	.227
15.49	15.49	15.49	.00	.227	.227
28.38	12.88	12.88	15.49	.378	.378
43.54	15.17	15.17	28.38	.347	.347
16.72	16.72	16.72	.00	.197	.197
16.72	16.72	16.72	.00	.197	.197
43.54	26.82	26.82	16.72	.631	.631
48.51	4.97	4.97	43.54	.344	.344
48.51	18.02	18.02	30.49	.300	.300
55.69	7.18	7.18	48.51	.868	.868
110.23	4.54	54.54	55.69	1.404	1.404

ตารางที่ ก.5.2 ตารางแสดงผลพัทธ์การกระจายขนาด ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Expansion
ของวิธี T-Method เดิม หลังจากที่ได้เลือกขนาดท่อลมใช้งาน

LOOP = 4

ITERATION = 1

EXPANSION					
Pressure at Upper Node Pa	Required Pressure Duct Pa	Pressure Loss Total Pa	Pressure at Down Node Pa	Estimated Height m	Size Width m
Pup	DPr	DPt	Pdn	H	W
11.86	11.48	11.48	.38	.750	.750
11.86	11.86	11.86	.00	.670	.670
24.22	12.35	12.35	11.86	.860	.860
24.22	23.74	23.74	.48	.620	.620
43.14	18.92	18.92	24.22	1.060	1.060
43.14	18.24	18.24	24.90	.350	.350
49.66	6.52	6.52	43.14	1.300	1.300
47.93	47.93	47.93	.00	.400	.400
34.19	12.71	12.71	21.48	.220	.220
34.19	12.71	12.71	21.48	.220	.220
47.93	13.74	13.74	34.19	.430	.430
98.08	50.15	50.15	47.93	.280	.280
77.94	12.21	12.21	65.73	.210	.210
77.94	12.21	12.21	65.73	.210	.210
98.08	20.14	20.14	77.94	.640	.640
93.93	-4.16	-4.16	93.08	.370	.370
93.93	18.92	18.92	75.01	.300	.300
106.70	12.77	12.77	93.93	.690	.690
149.30	16.55	16.55	132.75	.250	.250
145.27	9.82	9.82	135.45	.240	.240
145.27	9.82	9.82	135.45	.240	.240
149.30	4.03	4.03	145.27	.420	.420
151.54	2.23	2.23	149.30	.370	.370
130.54	15.35	15.35	115.19	.200	.200
130.54	15.35	15.35	115.19	.200	.200
151.54	20.99	20.99	130.54	.640	.640
99.60	-51.93	-51.93	151.54	.360	.360
99.60	17.08	17.08	82.52	.300	.300
106.70	7.10	7.10	99.60	1.100	1.100
114.79	8.09	8.09	105.70	.840	.840
138.22	23.28	23.28	114.95	.230	.230
132.02	13.05	13.05	118.97	.230	.230
132.02	13.05	13.05	118.97	.230	.230
138.22	6.20	6.20	132.02	.380	.380
142.91	4.68	4.68	138.22	.350	.350
118.63	15.40	15.40	103.23	.200	.200
118.63	15.40	15.40	103.23	.200	.200
142.91	24.27	24.27	118.63	.630	.630
107.50	-35.41	-35.41	142.91	.350	.350
107.50	17.47	17.47	90.03	.300	.300
114.79	7.29	7.29	107.50	.870	.870
169.25	4.46	54.46	114.79	1.410	1.410

ตารางที่ ค.7.1 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Loss ของวิธี T-Method เดิม
ในครั้งการคำนวณที่เหมาะสมที่สุด

LOOP = 1 ITERATION =113

PRESSURE LOSS	
Total Pressure Loss in Path Pa	Excess Pressure Loss in Path Pa
DPp	DPex
49.43	.00
49.43	.00
37.62	.00
49.43	.00
25.14	.00
24.86	24.57
6.53	.00
82.35	27.88
91.92	18.31
91.92	18.31
80.75	.00
71.35	.00
101.21	9.02
101.21	9.02
88.48	.00
69.87	.00
93.04	17.19
74.48	.00
110.41	-.18
124.80	-14.57
124.80	-14.57
107.11	.00
76.00	.00
49.43	60.80
49.43	60.80
35.18	.00
11.94	.00
86.56	23.67
69.13	.00
62.06	.00
109.34	-.90
115.85	-5.62
115.85	-5.62
96.78	.00
72.54	.00
68.50	41.73
68.50	41.73
51.82	.00
23.27	.00
80.04	30.19
62.03	.00
54.54	.00



ตารางที่ ก.7.2 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Loss ของวิธี T-Method เดิม
หลังจากที่ได้เลือกขนาดท่อลมใช้งาน

LOOP = 4 ITERATION = 1

PRESSURE LOSS	
Total Pressure Loss in Path Pa	Excess Pressure Loss in Path Pa
DPp	DPex
49.29	.38
49.66	.00
37.80	.00
49.18	.48
25.45	.00
24.76	24.90
6.52	.00
169.25	.00
147.77	21.48
147.77	21.48
135.06	.00
121.32	.00
103.52	65.73
103.52	65.73
91.31	.00
71.17	.00
94.24	75.01
75.32	.00
36.50	132.75
33.79	135.45
33.79	135.45
23.98	.00
19.95	.00
54.06	115.19
54.06	115.19
38.70	.00
17.71	.00
86.73	82.52
69.65	.00
62.55	.00
54.30	114.95
50.28	118.97
50.28	118.97
37.23	.00
31.02	.00
66.02	103.23
66.02	103.23
50.62	.00
26.34	.00
79.22	90.03
61.75	.00
54.46	.00

ตารางที่ ก.8 ตารางแสดงข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบด้วยวิธีที่ได้พัฒนาขึ้น

Modified T-Method Duct Design

INPUT DATA									
Sections				Air	Duct	Additional	Require Duct	Constraints	
Sec	Ch1	Ch2	Ch3	Flow	Length	Pressure	Height	Width	Aspect ratio
S	S1	S2	S3	Q	L	DPz	H _z	W _z	rz
				m ³ /s	m	Loss, Pa	m	m	--
1	0	0	0	2.20	10.00	.00	.000	.000	1.00
2	0	0	0	2.20	1.00	.00	.000	.000	1.00
3	1	2	0	4.40	10.00	.00	.000	.000	1.00
4	0	0	0	2.20	1.00	.00	.000	.000	1.00
5	3	4	0	6.60	12.50	.00	.000	.000	1.00
6	0	0	0	.60	2.50	.00	.350	.350	1.00
7	5	6	0	7.20	7.00	.00	.000	.000	1.00
8	0	0	0	.40	5.00	.00	.000	.000	1.00
9	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00
10	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00
11	9	10	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00
12	8	11	0	1.20	5.00	.00	.000	.000	1.00
13	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00
14	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00
15	13	14	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00
16	12	15	0	2.00	2.50	.00	.000	.000	1.00
17	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00
18	16	17	0	2.40	12.50	.00	.000	.000	1.00
19	0	0	0	.40	5.00	.00	.000	.000	1.00
20	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00
21	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00
22	20	21	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00
23	19	22	0	1.20	5.00	.00	.000	.000	1.00
24	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00
25	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00
26	24	25	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00
27	23	26	0	2.00	2.50	.00	.000	.000	1.00
28	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00
29	27	28	0	2.40	2.50	.00	.000	.000	1.00
30	18	29	0	4.80	10.00	.00	.000	.000	1.00
31	0	0	0	.40	5.00	.00	.000	.000	1.00
32	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00
33	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00
34	32	33	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00
35	31	34	0	1.20	5.00	.00	.000	.000	1.00
36	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00
37	0	0	0	.40	2.50	.00	.000	.000	1.00
38	36	37	0	.80	2.50	.00	.000	.000	1.00
39	35	38	0	2.00	2.50	.00	.000	.000	1.00
40	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00
41	39	40	0	2.40	2.50	.00	.000	.000	1.00
42	30	41	0	7.20	4.50	50.00	.000	.000	1.00

ตารางที่ ค.9.1 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย VSF ของวิธีที่ได้พัฒนาขึ้น
ในครั้งการคำนวณที่เหมาะสมที่สุด

LOOP = 1 ITERATION = 31

VELOCITY-SIZE-FRICTION						
Air Velocity m/s	Previous Duct Height m	Size Width m	Hydraulic Diameter m	Friction Factor --	Total C- Coefficient ---	Actual Pressure Loss
V	Hp	Wp	Df	f	C	Dp
3.96	.746	.746	.746	.017	1.038	11.84
4.86	.673	.673	.673	.016	.790	11.54
6.00	.856	.856	.856	.015	.408	12.65
5.81	.615	.615	.615	.016	1.180	24.43
5.89	1.059	1.059	1.059	.015	.732	18.80
4.90	.350	.350	.350	.019	1.145	18.43
4.32	1.292	1.292	1.292	.015	.520	6.70
9.91	.201	.201	.201	.019	.202	40.46
8.90	.212	.212	.212	.019	.258	23.12
8.90	.212	.212	.212	.019	.258	23.12
8.19	.313	.313	.313	.018	.287	17.33
11.50	.323	.323	.323	.017	.028	23.32
12.39	.180	.180	.180	.019	.057	30.16
12.39	.180	.180	.180	.019	.057	30.16
5.16	.394	.394	.394	.018	1.990	33.62
11.72	.413	.413	.413	.016	.029	10.52
4.44	.300	.300	.300	.020	2.387	30.26
8.22	.540	.540	.540	.016	.539	36.93
13.15	.174	.174	.174	.019	.227	81.38
12.18	.181	.181	.181	.019	.258	46.78
12.18	.181	.181	.181	.019	.258	46.78
11.21	.267	.267	.267	.018	.291	34.60
16.42	.270	.270	.270	.017	-.039	45.23
16.29	.157	.157	.157	.019	.026	53.67
16.29	.157	.157	.157	.019	.026	53.67
4.56	.419	.419	.419	.018	5.735	72.94
20.00	.316	.316	.316	.016	-.287	-37.83
4.44	.300	.300	.300	.020	1.506	19.82
3.82	.792	.792	.792	.016	2.509	22.44
11.06	.659	.659	.659	.015	.088	23.05
12.10	.182	.182	.182	.019	.245	68.44
11.29	.188	.188	.188	.019	.256	39.31
11.29	.188	.188	.188	.019	.256	39.31
10.36	.278	.278	.278	.018	.291	29.13
15.60	.277	.277	.277	.017	-.054	37.51
15.04	.163	.163	.163	.019	.021	43.28
15.04	.163	.163	.163	.019	.021	43.28
3.71	.464	.464	.464	.019	7.484	62.68
20.00	.316	.316	.316	.016	-.109	5.03
4.44	.300	.300	.300	.020	1.841	23.79
5.78	.644	.644	.644	.016	1.099	23.29
6.28	1.070	1.070	1.070	.014	.520	63.76

ตารางที่ ค.9.2 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย VSF ของวิธีที่ได้พัฒนาขึ้น
หลังจากที่ได้เลือกขนาดท่อลมใช้งาน

LOOP = 4 ITERATION = 1

VELOCITY-SIZE-FRICTION						
Air Velocity m/s	Previous Duct Height m	Duct Size Width m	Hydraulic Diameter m	Friction Factor --	Total C-Coefficient ---	Actual Pressure Loss
V	Hp	Wp	Df	f	C	Dp
3.81	.760	.760	.760	.017	1.031	10.88
4.76	.680	.680	.680	.016	.814	11.39
5.95	.860	.860	.860	.015	.405	12.35
5.72	.620	.620	.620	.016	1.181	23.74
5.87	1.060	1.060	1.060	.015	.726	18.60
4.90	.350	.350	.350	.019	1.151	18.51
4.33	1.290	1.290	1.290	.015	.520	6.73
10.00	.200	.200	.200	.019	.207	41.56
9.07	.210	.210	.210	.019	.256	24.08
9.07	.210	.210	.210	.019	.256	24.08
8.32	.310	.310	.310	.018	.289	18.04
11.72	.320	.320	.320	.017	.045	25.83
12.35	.180	.180	.180	.019	.054	29.61
12.35	.180	.180	.180	.019	.054	29.61
5.00	.400	.400	.400	.018	1.933	30.69
11.34	.420	.420	.420	.016	.027	9.59
4.44	.300	.300	.300	.020	2.374	30.11
8.23	.540	.540	.540	.016	.541	37.06
12.35	.180	.180	.180	.019	.263	73.41
12.35	.180	.180	.180	.019	.241	46.74
12.35	.180	.180	.180	.019	.241	46.74
10.97	.270	.270	.270	.018	.308	34.24
16.46	.270	.270	.270	.017	-.029	47.24
15.63	.160	.160	.160	.019	.028	48.70
15.63	.160	.160	.160	.019	.028	48.70
4.54	.420	.420	.420	.018	5.481	68.99
19.53	.320	.320	.320	.016	-.283	-35.43
4.44	.300	.300	.300	.020	1.492	19.66
3.85	.790	.790	.790	.016	2.472	22.40
11.02	.660	.660	.660	.015	.093	23.21
12.35	.180	.180	.180	.019	.224	69.80
11.08	.190	.190	.190	.019	.258	37.81
11.08	.190	.190	.190	.019	.258	37.81
10.20	.280	.280	.280	.018	.277	27.29
15.31	.280	.280	.280	.017	-.053	35.76
13.84	.170	.170	.170	.019	.023	35.50
13.84	.170	.170	.170	.019	.023	35.50
3.62	.470	.470	.470	.019	7.510	59.88
19.53	.320	.320	.320	.016	-.115	2.95
4.44	.300	.300	.300	.020	1.802	23.33
5.68	.650	.650	.650	.016	1.119	22.87
6.29	1.070	1.070	1.070	.014	.520	63.78

ตารางที่ ก.9.2 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย VSF ของวิธีที่ได้พัฒนาขึ้น
หลังจากที่ได้เลือกขนาดท่อลมใช้งาน

LOOP = 4 ITERATION = 1

VELOCITY-SIZE-FRICTION						
Air Velocity m/s	Previous Duct Height m	Duct Size Width m	Hydraulic Diameter m	Friction Factor --	Total C- Coefficient ---	Actual Pressure Loss
V	Hp	Wp	Df	f	C	Dp
3.81	.760	.760	.760	.017	1.031	10.88
4.76	.680	.680	.680	.016	.814	11.39
5.95	.860	.860	.860	.015	.405	12.35
5.72	.620	.620	.620	.016	1.181	23.74
5.87	1.060	1.060	1.060	.015	.726	18.60
4.90	.350	.350	.350	.019	1.151	18.51
4.33	1.290	1.290	1.290	.015	.520	6.73
10.00	.200	.200	.200	.019	.207	41.56
9.07	.210	.210	.210	.019	.256	24.08
9.07	.210	.210	.210	.019	.256	24.08
8.32	.310	.310	.310	.018	.289	18.04
11.72	.320	.320	.320	.017	.045	25.83
12.35	.180	.180	.180	.019	.054	29.61
12.35	.180	.180	.180	.019	.054	29.61
5.00	.400	.400	.400	.018	1.933	30.69
11.34	.420	.420	.420	.016	.027	9.59
4.44	.300	.300	.300	.020	2.374	30.11
8.23	.540	.540	.540	.016	.541	37.06
12.35	.180	.180	.180	.019	.263	73.41
12.35	.180	.180	.180	.019	.241	46.74
12.35	.180	.180	.180	.019	.241	46.74
10.97	.270	.270	.270	.018	.308	34.24
16.46	.270	.270	.270	.017	-.029	47.24
15.63	.160	.160	.160	.019	.028	48.70
15.63	.160	.160	.160	.019	.028	48.70
4.54	.420	.420	.420	.018	5.481	68.99
19.53	.320	.320	.320	.016	-.283	-35.43
4.44	.300	.300	.300	.020	1.492	19.66
3.85	.790	.790	.790	.016	2.472	22.40
11.02	.660	.660	.660	.015	.093	23.21
12.35	.180	.180	.180	.019	.224	69.80
11.08	.190	.190	.190	.019	.258	37.81
11.08	.190	.190	.190	.019	.258	37.81
10.20	.280	.280	.280	.018	.277	27.29
15.31	.280	.280	.280	.017	-.053	35.76
13.84	.170	.170	.170	.019	.023	35.50
13.84	.170	.170	.170	.019	.023	35.50
3.62	.470	.470	.470	.019	7.510	59.88
19.53	.320	.320	.320	.016	-.115	2.95
4.44	.300	.300	.300	.020	1.802	23.33
5.68	.650	.650	.650	.016	1.119	22.87
6.29	1.070	1.070	1.070	.014	.520	63.78

ตารางที่ ค.10.1 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Condensing ของวิธีที่ได้พัฒนาขึ้น
ในครั้งการคำนวณที่เหมาะสมที่สุด

LOOP = 1 ITERATION = 31

CONDENSING				
Sectional Coefficients			Add. Pressure Loss	
(mu)	Ks	Kt	T	DPmax, Pa
.940	14181.02	14181.02	1.00	.00
.548	1272.94	1272.94	1.00	.00
.502	18210.47	38648.65	.53	.00
.743	1352.74	1352.74	1.00	.00
.957	30461.90	80816.97	.44	.00
.000	.00	.00	.00	18.43
.774	16929.14	107848.00	.21	18.43
.138	9735.67	9735.67	1.00	.00
.103	4588.66	4588.66	1.00	.00
.103	4588.66	4588.66	1.00	.00
.135	6493.84	17957.19	.43	.00
.095	14300.50	47819.99	.37	.00
.059	4117.22	4117.22	1.00	.00
.059	4117.22	4117.22	1.00	.00
.829	9381.14	20227.83	.53	.00
.053	7824.73	81725.81	.14	.00
.000	.00	.00	.00	30.26
.492	66163.54	169723.10	.46	30.26
.137	9807.17	9807.17	1.00	.00
.095	4556.20	4556.20	1.00	.00
.095	4556.20	4556.20	1.00	.00
.123	6345.50	17708.74	.43	.00
.076	13598.50	46766.00	.36	.00
.053	4060.65	4060.65	1.00	.00
.053	4060.65	4060.65	1.00	.00
2.448	11734.47	22744.93	.58	.00
.000	.00	69510.93	.00	-37.83
.000	.00	.00	.00	19.82
2.029	18073.62	97474.67	.25	19.82
.207	59163.57	360898.70	.22	30.26
.142	9928.58	9928.58	1.00	.00
.097	4593.96	4593.96	1.00	.00
.097	4593.96	4593.96	1.00	.00
.126	6412.82	17872.99	.43	.00
.071	13510.60	46969.80	.35	.00
.052	4067.39	4067.39	1.00	.00
.052	4067.39	4067.39	1.00	.00
3.521	12684.92	23819.41	.59	.00
.000	.00	70789.21	.00	5.03
.000	.00	.00	.00	23.79
.748	14516.45	94040.70	.21	23.79
.622	40141.66	528056.60	.12	80.26

ตารางที่ ก.10.2 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Condensing ของวิธีที่ได้พัฒนาขึ้น
หลังจากที่ได้เลือกขนาดท่อลมใช้งาน

LOOP = 4 ITERATION = 1

CONDENSING				
Sectional Coefficients				Add. Pressure Loss
(mu)	Ks	Kt	T	DPmax, Pa
.000	.00	.00	.00	10.88
.000	.00	.00	.00	11.39
.000	.00	.00	.00	23.74
.000	.00	.00	.00	23.74
.000	.00	.00	.00	42.34
.000	.00	.00	.00	18.51
.000	.00	.00	.00	49.07
.000	.00	.00	.00	41.56
.000	.00	.00	.00	24.08
.000	.00	.00	.00	24.08
.000	.00	.00	.00	42.12
.000	.00	.00	.00	67.95
.000	.00	.00	.00	29.61
.000	.00	.00	.00	29.61
.000	.00	.00	.00	60.31
.000	.00	.00	.00	77.54
.000	.00	.00	.00	30.11
.000	.00	.00	.00	114.61
.000	.00	.00	.00	73.41
.000	.00	.00	.00	46.74
.000	.00	.00	.00	46.74
.000	.00	.00	.00	80.98
.000	.00	.00	.00	128.23
.000	.00	.00	.00	48.70
.000	.00	.00	.00	48.70
.000	.00	.00	.00	117.69
.000	.00	.00	.00	92.80
.000	.00	.00	.00	19.66
.000	.00	.00	.00	115.20
.000	.00	.00	.00	138.41
.000	.00	.00	.00	69.80
.000	.00	.00	.00	37.81
.000	.00	.00	.00	37.81
.000	.00	.00	.00	65.10
.000	.00	.00	.00	105.56
.000	.00	.00	.00	35.50
.000	.00	.00	.00	35.50
.000	.00	.00	.00	95.38
.000	.00	.00	.00	108.50
.000	.00	.00	.00	23.33
.000	.00	.00	.00	131.37
.000	.00	.00	.00	202.19

ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Selection ของวิธีที่ได้พัฒนาขึ้น ในครั้งการคำนวณที่
เหมาะสมที่สุด และหลังจากที่ได้เลือกขนาดท่อลมใช้งาน

LOOP = 1 ITERATION = 31

Optimum return duct pressure loss = 49.77 Pa at root 7

Optimum supply duct pressure loss = 198.03 Pa at root 42

LOOP = 4 ITERATION = 1

Optimum return duct pressure loss = 49.07 Pa at root 7

Optimum supply duct pressure loss = 202.19 Pa at root 42



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.11.1 ตารางแสดงผลลัพธ์การกระจายขนาด ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Expansion
ของวิธีที่ได้พัฒนาขึ้นในครั้งการคำนวณที่เหมาะสมที่สุด

LOOP = 1 ITERATION = 31

EXPANSION					
Pressure at Upper Node Pa	Required Pressure Duct Fa	Pressure Loss Total Pa	Pressure at Down Node Pa	Estimated Height m	Size Width m
Pup	DPr	DPT	Pdn	H	W
11.17	11.17	11.17	.00	.755	.755
11.17	11.17	11.17	.00	.677	.677
23.97	12.80	12.80	11.17	.854	.854
23.97	23.97	23.97	.00	.618	.618
43.07	19.10	19.10	23.97	1.055	1.055
43.07	18.43	18.43	14.65	.350	.350
49.77	6.70	6.70	43.07	1.292	1.292
40.46	40.46	40.46	.00	.201	.201
23.12	23.12	23.12	.00	.212	.212
23.12	23.12	23.12	.00	.212	.212
40.46	17.33	17.33	23.12	.313	.313
63.78	23.32	23.32	40.46	.323	.323
30.16	30.16	30.16	.00	.180	.180
30.16	30.16	30.16	.00	.180	.180
63.78	33.62	33.62	30.16	.394	.394
74.30	10.52	10.52	63.78	.413	.413
74.30	30.26	30.26	4.04	.300	.300
111.23	36.93	36.93	74.30	.540	.540
81.38	81.38	81.38	.00	.174	.174
46.78	46.78	46.78	.00	.181	.181
46.78	46.78	46.78	.00	.181	.181
81.38	34.60	34.60	46.78	.267	.267
126.61	45.23	45.23	81.38	.270	.270
53.67	53.67	53.67	.00	.157	.157
53.67	53.67	53.67	.00	.157	.157
126.61	72.94	72.94	53.67	.419	.419
88.78	-37.83	-37.83	126.61	.316	.316
88.78	19.82	19.82	68.96	.300	.300
111.23	22.44	22.44	88.78	.792	.792
134.28	23.05	23.05	111.23	.659	.659
68.44	68.44	68.44	.00	.182	.182
39.31	39.31	39.31	.00	.188	.188
39.31	39.31	39.31	.00	.188	.188
68.44	29.13	29.13	39.31	.278	.278
105.96	37.51	37.51	68.44	.277	.277
43.28	43.28	43.28	.00	.163	.163
43.28	43.28	43.28	.00	.163	.163
105.96	62.68	62.68	43.28	.464	.464
110.99	5.03	5.03	105.96	.316	.316
110.99	23.79	23.79	87.20	.300	.300
134.28	23.29	23.29	110.99	.644	.644
198.03	13.76	63.76	134.28	1.070	1.070

ตารางที่ ค.11.2 ตารางแสดงผลลัพธ์การกระจายขนาด ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Expansion
ของวิธีที่ได้พัฒนาขึ้นหลังจากที่ได้เลือกขนาดท่อลมใช้งาน

LOOP = 4 ITERATION = 1

EXPANSION					
Pressure at Upper Node Pa	Required Duct Pa	Pressure Loss Total Pa	Pressure at Down Node Pa	Estimated Height m	Size Width m
Pup	LPr	DPT	Pdn	H	W
11.39	10.88	10.88	.50	.760	.760
11.39	11.39	11.39	.00	.680	.680
23.74	12.35	12.35	11.39	.860	.860
23.74	23.74	23.74	.00	.620	.620
42.34	18.60	18.60	23.74	1.060	1.060
42.34	18.51	18.51	23.83	.350	.350
49.07	6.73	6.73	42.34	1.290	1.290
42.71	41.56	41.56	1.15	.200	.200
24.67	24.08	24.08	.59	.210	.210
24.67	24.08	24.08	.59	.210	.210
42.71	18.04	18.04	24.67	.310	.310
68.54	25.83	25.83	42.71	.320	.320
37.84	29.61	29.61	8.23	.180	.180
37.84	29.61	29.61	8.23	.180	.180
68.54	30.69	30.69	37.84	.400	.400
78.13	9.59	9.59	68.54	.420	.420
78.13	30.11	30.11	43.03	.300	.300
115.20	37.06	37.06	78.13	.540	.540
80.98	73.41	73.41	7.57	.180	.180
46.74	46.74	46.74	.00	.180	.180
46.74	46.74	46.74	.00	.180	.180
80.98	34.24	34.24	46.74	.270	.270
128.23	47.24	47.24	80.98	.270	.270
59.24	48.70	48.70	10.54	.160	.160
59.24	48.70	48.70	10.54	.160	.160
128.23	68.99	68.99	59.24	.420	.420
92.80	-35.43	-35.43	128.23	.320	.320
92.80	19.66	19.66	73.14	.300	.300
115.20	22.40	22.40	92.80	.790	.790
138.41	23.21	23.21	115.20	.660	.660
76.83	69.80	69.80	7.04	.180	.180
49.54	37.81	37.81	11.73	.190	.190
49.54	37.81	37.81	11.73	.190	.190
76.83	27.29	27.29	49.54	.280	.280
112.59	35.76	35.76	75.83	.280	.280
52.72	35.50	35.50	17.22	.170	.170
52.72	35.50	35.50	17.22	.170	.170
112.59	59.88	59.88	52.72	.470	.470
115.54	2.95	2.95	112.59	.320	.320
115.54	23.33	23.33	92.21	.300	.300
138.41	22.87	22.87	115.54	.650	.650
202.19	13.78	63.78	138.41	1.070	1.070

ตารางที่ ค.12.1 ตารางแสดงผลพีธีการกระจายอุณหภูมิ ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Expansion
ของวิธีที่ได้พัฒนาขึ้นในครั้งการคำนวณที่เหมาะสมที่สุด

LOOP = 1 ITERATION = 31

TEMPERATURE DROP	
Temperature at upper node Celcius	Temperature at down node Celcius
Tup	Tdn
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
15.31	15.42
15.35	15.41
15.35	15.41
15.31	15.35
15.25	15.31
15.30	15.36
15.30	15.36
15.25	15.30
15.22	15.25
15.22	15.31
15.10	15.22
15.20	15.30
15.24	15.29
15.24	15.29
15.20	15.24
15.15	15.20
15.21	15.26
15.21	15.26
15.15	15.21
15.13	15.15
15.13	15.22
15.10	15.13
15.03	15.10
15.13	15.24
15.17	15.23
15.17	15.23
15.13	15.17
15.08	15.13
15.15	15.20
15.15	15.20
15.08	15.15
15.06	15.08
15.06	15.15
15.03	15.06
15.00	15.03

ตารางที่ ค.12.2 ตารางแสดงผลลัพธ์การกระจายอุณหภูมิ ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Expansion
ของวิธีที่ได้พัฒนาขึ้นหลังจากที่ได้เลือกขนาดท่อลมใช้งาน

LOOP = 4 ITERATION = 1

TEMPERATURE DROP	
Temperature at upper node Celcius	Temperature at down node Celcius
Tup	Tdn
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
15.31	15.42
15.35	15.41
15.35	15.41
15.31	15.35
15.25	15.31
15.31	15.36
15.31	15.36
15.25	15.31
15.22	15.25
15.22	15.31
15.10	15.22
15.20	15.31
15.24	15.29
15.24	15.29
15.20	15.24
15.15	15.20
15.21	15.26
15.21	15.26
15.15	15.21
15.13	15.15
15.13	15.22
15.10	15.13
15.03	15.10
15.14	15.24
15.18	15.23
15.18	15.23
15.14	15.18
15.08	15.14
15.15	15.20
15.15	15.20
15.08	15.15
15.06	15.08
15.06	15.15
15.03	15.06
15.00	15.03

ตารางที่ ค.13.1 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Loss ของวิธีที่ได้พัฒนาขึ้น
ในครั้งการคำนวณที่เหมาะสมที่สุด

LOOP = 1 ITERATION = 31

PRESSURE LOSS	
Total Pressure Loss in Path Pa	Excess Pressure Loss in Path Pa
DPp	DPex
49.99	-.22
49.70	.08
38.16	.00
49.94	-.17
25.50	.00
25.13	24.65
6.70	.00
198.03	.00
198.03	.00
198.03	.00
174.91	.00
157.58	.00
198.03	.00
198.03	.00
167.88	.00
134.25	.00
154.00	44.04
123.74	.00
198.03	.00
198.03	.00
198.03	.00
151.26	.00
116.65	.00
198.03	.00
198.03	.00
144.36	.00
71.42	.00
129.07	68.96
109.25	.00
86.81	.00
198.03	.00
198.03	.00
198.03	.00
158.72	.00
129.59	.00
198.03	.00
198.03	.00
154.75	.00
92.08	.00
110.83	87.20
87.04	.00
63.76	.00

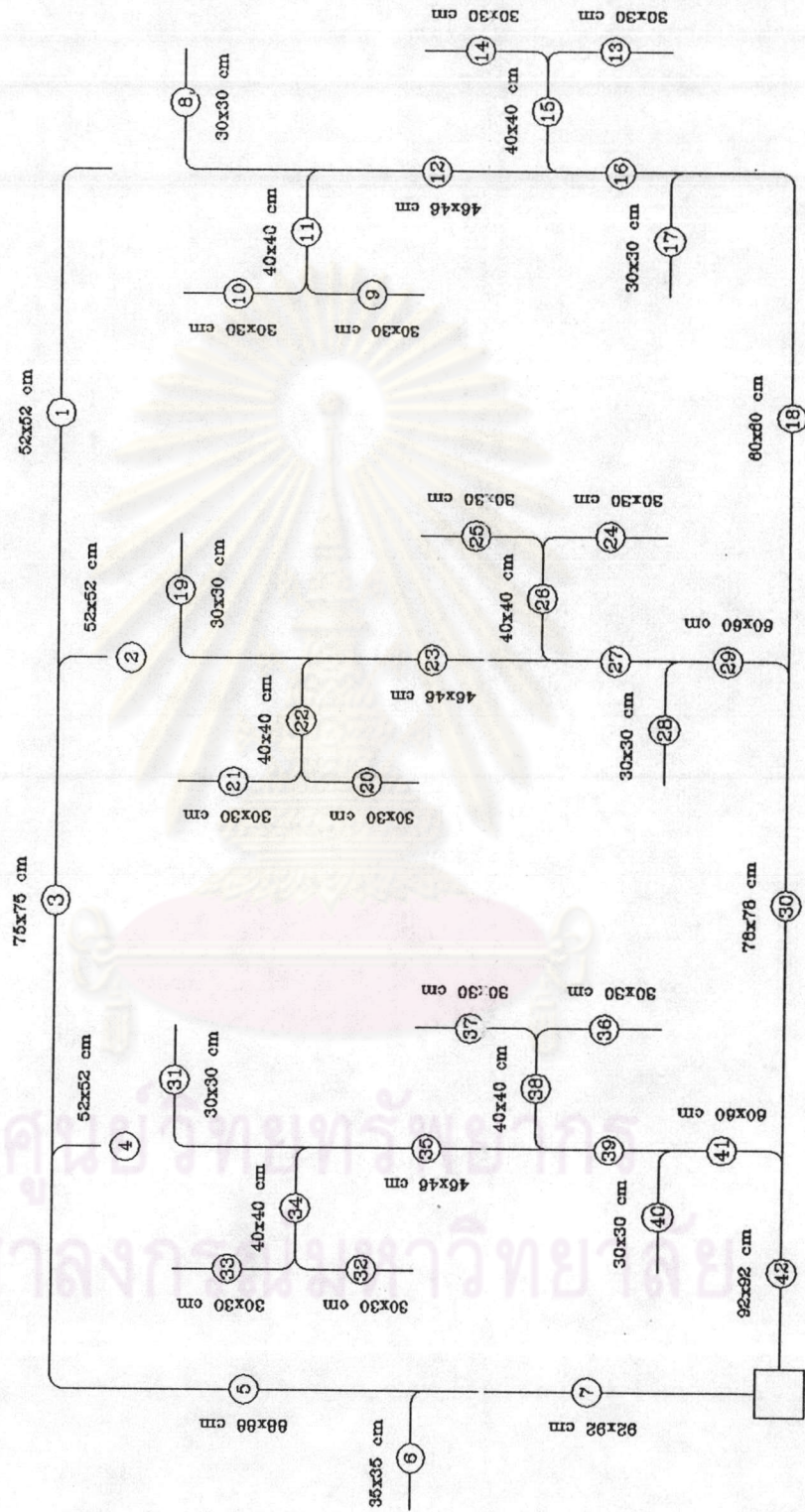


ตารางที่ ค.13.2 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Loss ของวิธีที่ได้พัฒนาขึ้น
หลังจากที่ได้เลือกขนาดท่อลมใช้งาน

LOOP = 4 ITERATION = 1

PRESSURE LOSS	
Total Pressure Loss in Path Pa	Excess Pressure Loss in Path Pa
D _{Pp}	D _{Pex}
48.56	.50
49.07	.00
37.68	.00
49.07	.00
25.33	.00
25.24	23.83
6.73	.00
201.03	1.15
201.60	.59
201.60	.59
177.52	.00
159.48	.00
193.96	8.23
193.96	8.23
164.35	.00
133.65	.00
154.16	48.03
124.06	.00
194.62	7.57
202.19	.00
202.19	.00
155.45	.00
121.21	.00
191.65	10.54
191.65	10.54
142.95	.00
73.96	.00
129.05	73.14
109.39	.00
86.99	.00
195.15	7.04
190.46	11.73
190.46	11.73
152.65	.00
125.36	.00
184.97	17.22
184.97	17.22
149.47	.00
89.60	.00
109.98	92.21
86.65	.00
63.78	.00

EQUAL FRICTION METHOD



รูปที่ ก.4 รูปแสดงระบบท่อลมทดสอบหลังจากได้รับการออกแบบด้วยวิธี Equal Friction

ตารางที่ ก.14 ตารางแสดงค่าข้อมูลเบื้องต้นของระบบท่อลมที่ได้จากวิธี Equal Friction

Equal Friction Method

INPUT DATA										
Sections				Air Flow	Duct Length	Additional Pressure	Require Duct Height	Duct Width	Constraints	
Sec	Ch1	Ch2	Ch3	m ³ /s	m	Loss, Pa	m	m	Aspect ratio	
S	S1	S2	S3	Q	L	DPz	H _z	W _z	r _z	
1	0	0	0	2.20	10.00	.00	.520	.520	1.00	
2	0	0	0	2.20	1.00	.00	.520	.520	1.00	
3	1	2	0	4.40	10.00	.00	.750	.750	1.00	
4	0	0	0	2.20	1.00	.00	.520	.520	1.00	
5	3	4	0	6.60	12.50	.00	.880	.880	1.00	
6	0	0	0	.60	2.50	.00	.350	.350	1.00	
7	5	6	0	7.20	7.00	.00	.920	.920	1.00	
8	0	0	0	.40	5.00	.00	.300	.300	1.00	
9	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
10	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
11	9	10	0	.80	2.50	.00	.400	.400	1.00	
12	8	11	0	1.20	5.00	.00	.460	.460	1.00	
13	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
14	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
15	13	14	0	.80	2.50	.00	.400	.400	1.00	
16	12	15	0	2.00	2.50	.00	.550	.550	1.00	
17	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
18	16	17	0	2.40	12.50	.00	.600	.600	1.00	
19	0	0	0	.40	5.00	.00	.300	.300	1.00	
20	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
21	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
22	20	21	0	.80	2.50	.00	.400	.400	1.00	
23	19	22	0	1.20	5.00	.00	.460	.460	1.00	
24	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
25	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
26	24	25	0	.80	2.50	.00	.400	.400	1.00	
27	23	26	0	2.00	2.50	.00	.550	.550	1.00	
28	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
29	27	28	0	2.40	2.50	.00	.600	.600	1.00	
30	18	29	0	4.80	10.00	.00	.780	.780	1.00	
31	0	0	0	.40	5.00	.00	.300	.300	1.00	
32	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
33	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
34	32	33	0	.80	2.50	.00	.400	.400	1.00	
35	31	34	0	1.20	5.00	.00	.460	.460	1.00	
36	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
37	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
38	36	37	0	.80	2.50	.00	.400	.400	1.00	
39	35	38	0	2.00	2.50	.00	.550	.550	1.00	
40	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00	
41	39	40	0	2.40	2.50	.00	.600	.600	1.00	
42	30	41	0	7.20	4.50	50.00	.920	.920	1.00	

ตารางที่ ก.15 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย VSF ของระบบท่อลม
ที่ได้จากวิธี Equal Friction

LOOP = 4

ITERATION = 1

VELOCITY-SIZE-FRICTION						
Air Velocity m/s	Previous Duct Height m	Duct Size Width m	Hydraulic Diameter m	Friction Factor --	Total C-Coefficient ---	Actual Pressure Loss
V	Hp	Wp	Df	f	C	Dp
8.14	.520	.520	.520	.016	1.089	55.61
8.14	.520	.520	.520	.016	1.212	49.37
7.82	.750	.750	.750	.015	.285	17.85
8.14	.520	.520	.520	.016	1.178	48.03
8.52	.880	.880	.880	.014	.635	36.65
4.90	.350	.350	.350	.019	1.088	17.61
8.51	.920	.920	.920	.014	.520	27.31
4.44	.300	.300	.300	.020	.292	7.40
4.44	.300	.300	.300	.020	.372	6.38
4.44	.300	.300	.300	.020	.372	6.38
5.00	.400	.400	.400	.018	.399	7.70
5.67	.460	.460	.460	.017	-.022	3.23
4.44	.300	.300	.300	.020	.372	6.38
4.44	.300	.300	.300	.020	.372	6.38
5.00	.400	.400	.400	.018	.620	11.01
6.61	.550	.550	.550	.016	.000	1.95
4.44	.300	.300	.300	.020	1.303	17.41
6.67	.600	.600	.600	.016	.548	23.56
4.44	.300	.300	.300	.020	.292	7.40
4.44	.300	.300	.300	.020	.372	6.38
4.44	.300	.300	.300	.020	.372	6.38
5.00	.400	.400	.400	.018	.399	7.70
5.67	.460	.460	.460	.017	-.022	3.23
4.44	.300	.300	.300	.020	.372	6.38
4.44	.300	.300	.300	.020	.372	6.38
5.00	.400	.400	.400	.018	.620	11.01
6.61	.550	.550	.550	.016	.000	1.95
4.44	.300	.300	.300	.020	1.303	17.41
6.67	.600	.600	.600	.016	1.094	30.96
7.89	.780	.780	.780	.015	-.026	6.20
4.44	.300	.300	.300	.020	.292	7.40
4.44	.300	.300	.300	.020	.372	6.38
4.44	.300	.300	.300	.020	.372	6.38
5.00	.400	.400	.400	.018	.399	7.70
5.67	.460	.460	.460	.017	-.022	3.23
4.44	.300	.300	.300	.020	.372	6.38
4.44	.300	.300	.300	.020	.372	6.38
5.00	.400	.400	.400	.018	.620	11.01
6.61	.550	.550	.550	.016	.000	1.95
4.44	.300	.300	.300	.020	1.303	17.41
6.67	.600	.600	.600	.016	1.159	32.69
8.51	.920	.920	.920	.014	.520	75.62

ตารางที่ ค.16 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Condensing ของระบบท่อลม
ที่ได้จากวิธี Equal Friction

LOOP = 4 ITERATION = 1

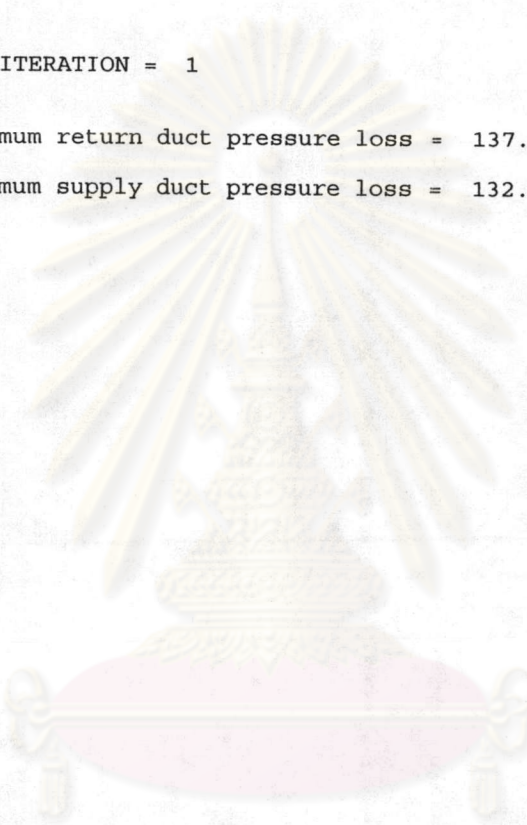
CONDENSING				
Sectional Coefficients				Add. Pressure Loss
(mu)	Ks	Kt	T	DPmax, Pa
.000	.00	.00	.00	55.61
.000	.00	.00	.00	49.37
.000	.00	.00	.00	73.46
.000	.00	.00	.00	48.03
.000	.00	.00	.00	110.11
.000	.00	.00	.00	17.61
.000	.00	.00	.00	137.42
.000	.00	.00	.00	7.40
.000	.00	.00	.00	6.38
.000	.00	.00	.00	6.38
.000	.00	.00	.00	14.08
.000	.00	.00	.00	17.31
.000	.00	.00	.00	6.38
.000	.00	.00	.00	6.38
.000	.00	.00	.00	17.39
.000	.00	.00	.00	19.33
.000	.00	.00	.00	17.41
.000	.00	.00	.00	42.90
.000	.00	.00	.00	7.40
.000	.00	.00	.00	6.38
.000	.00	.00	.00	6.38
.000	.00	.00	.00	14.08
.000	.00	.00	.00	17.31
.000	.00	.00	.00	6.38
.000	.00	.00	.00	6.38
.000	.00	.00	.00	17.39
.000	.00	.00	.00	19.33
.000	.00	.00	.00	17.41
.000	.00	.00	.00	50.29
.000	.00	.00	.00	56.49
.000	.00	.00	.00	7.40
.000	.00	.00	.00	6.38
.000	.00	.00	.00	6.38
.000	.00	.00	.00	14.08
.000	.00	.00	.00	17.31
.000	.00	.00	.00	6.38
.000	.00	.00	.00	6.38
.000	.00	.00	.00	17.39
.000	.00	.00	.00	19.33
.000	.00	.00	.00	17.41
.000	.00	.00	.00	52.03
.000	.00	.00	.00	132.11

ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Selection ของระบบ ท่อลมที่ได้จากวิธี Equal Friction

LOOP = 4 ITERATION = 1

Optimum return duct pressure loss = 137.42 Pa at root 7

Optimum supply duct pressure loss = 132.11 Pa at root 42



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.17 ตารางแสดงผลลัพธ์การกระจายขนาดที่ได้จากโปรแกรมย่อย Expansion
ของระบบท่อลมที่ได้จากวิธี Equal Friction

LOOP = 4 ITERATION = 1

EXPANSION					
Pressure at Upper Node Pa	Required Pressure Duct Pa	Pressure Loss Total Pa	Pressure at Down Node Pa	Estimated Height m	Size Width m
Pup	DPr	DPt	Pdn	H	W
55.61	55.61	55.61	.00	.520	.520
55.61	49.37	49.37	6.25	.520	.520
73.46	17.85	17.85	55.61	.750	.750
73.46	48.03	48.03	25.43	.520	.520
110.11	36.65	36.65	73.46	.880	.880
110.11	17.61	17.61	92.50	.350	.350
137.42	27.31	27.31	110.11	.920	.920
21.55	7.40	7.40	14.14	.300	.300
13.85	6.38	6.38	7.47	.300	.300
13.85	6.38	6.38	7.47	.300	.300
21.55	7.70	7.70	13.85	.400	.400
24.78	3.23	3.23	21.55	.460	.460
13.77	6.38	6.38	7.39	.300	.300
13.77	6.38	6.38	7.39	.300	.300
24.78	11.01	11.01	13.77	.400	.400
26.73	1.95	1.95	24.78	.550	.550
26.73	17.41	17.41	9.32	.300	.300
50.29	23.56	23.56	26.73	.600	.600
14.15	7.40	7.40	6.75	.300	.300
6.46	6.38	6.38	.08	.300	.300
6.46	6.38	6.38	.08	.300	.300
14.15	7.70	7.70	6.46	.400	.400
17.39	3.23	3.23	14.15	.460	.460
6.38	6.38	6.38	.00	.300	.300
6.38	6.38	6.38	.00	.300	.300
17.39	11.01	11.01	6.38	.400	.400
19.33	1.95	1.95	17.39	.550	.550
19.33	17.41	17.41	1.92	.300	.300
50.29	30.96	30.96	19.33	.600	.600
56.49	6.20	6.20	50.29	.780	.780
18.62	7.40	7.40	11.22	.300	.300
10.92	6.38	6.38	4.54	.300	.300
10.92	6.38	6.38	4.54	.300	.300
18.62	7.70	7.70	10.92	.400	.400
21.85	3.23	3.23	18.62	.460	.460
10.85	6.38	6.38	4.47	.300	.300
10.85	6.38	6.38	4.47	.300	.300
21.85	11.01	11.01	10.85	.400	.400
23.80	1.95	1.95	21.85	.550	.550
23.80	17.41	17.41	6.39	.300	.300
56.49	32.69	32.69	23.80	.600	.600
132.11	25.62	75.62	56.49	.920	.920

ตารางที่ ค.18 ตารางแสดงผลลัพธ์การกระจายอุณหภูมิที่ได้จากโปรแกรมย่อย Expansion
ของระบบท่อลมที่ได้จากวิธี Equal Friction

LOOP = 4 ITERATION = 1

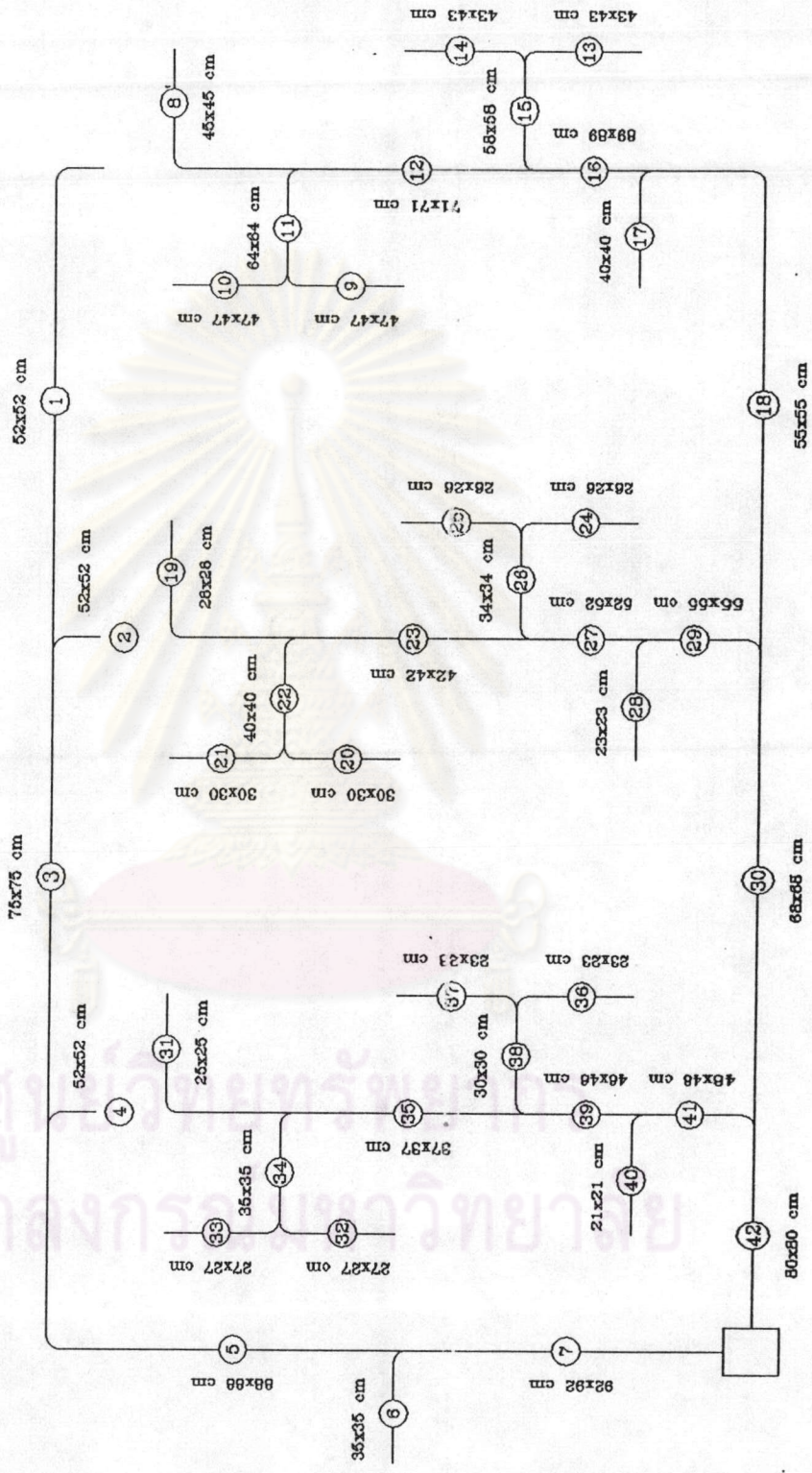
TEMPERATURE DROP	
Temperature at upper node Celcius	Temperature at down node Celcius
Tup	Tdn
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
15.36	15.53
15.42	15.50
15.42	15.50
15.36	15.42
15.28	15.36
15.33	15.42
15.33	15.42
15.28	15.33
15.25	15.28
15.25	15.33
15.10	15.25
15.25	15.42
15.31	15.39
15.31	15.39
15.25	15.31
15.16	15.25
15.22	15.31
15.22	15.31
15.16	15.22
15.13	15.16
15.13	15.22
15.10	15.13
15.03	15.10
15.18	15.35
15.23	15.32
15.23	15.32
15.18	15.23
15.09	15.18
15.15	15.23
15.15	15.23
15.09	15.15
15.06	15.09
15.06	15.14
15.03	15.06
15.00	15.03

ตารางที่ ค.19 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Loss ของระบบท่อลม
ที่ได้จากวิธี Equal Friction

LOOP = 4 ITERATION = 1

PRESSURE LOSS	
Total Pressure Loss in Path Pa	Excess Pressure Loss in Path Pa
DPp	DPex
137.42	.00
131.17	6.25
81.80	.00
111.99	25.43
63.96	.00
44.92	92.50
27.31	.00
117.97	14.14
124.64	7.47
124.64	7.47
118.27	.00
110.57	.00
124.72	7.39
124.72	7.39
118.34	.00
107.33	.00
122.80	9.32
105.39	.00
125.37	6.75
132.04	.08
132.04	.08
125.66	.00
117.96	.00
132.11	.00
132.11	.00
125.74	.00
114.73	.00
130.19	1.92
112.78	.00
81.82	.00
120.90	11.22
127.57	4.54
127.57	4.54
121.19	.00
113.49	.00
127.65	4.47
127.65	4.47
121.27	.00
110.26	.00
125.72	6.39
108.31	.00
75.62	.00

STATIC REGAIN METHOD



รูปที่ ค.5 รูปแสดงระบบท่อลมทดสอบหลังจากได้รับ การออกแบบด้วยวิธี Static Regain

ตารางที่ ก.20 ตารางแสดงค่าข้อมูลเบื้องต้นของระบบท่อลมที่ได้จากวิธี Static Regain

Static Regain Method

I N P U T D A T A									
Sections				Air	Duct	Additional	Require	Duct	Constraints
-----	Ch1	Ch2	Ch3	Flow	Length	Pressure	Height	Width	Aspect ratio
Sec				m3/s	m	Loss, Pa	m	m	--
S	S1	S2	S3	Q	L	DPz	H _z	W _z	r _z
1	0	0	0	2.20	10.00	.00	.520	.520	1.00
2	0	0	0	2.20	1.00	.00	.520	.520	1.00
3	1	2	0	4.40	10.00	.00	.750	.750	1.00
4	0	0	0	2.20	1.00	.00	.520	.520	1.00
5	3	4	0	6.60	12.50	.00	.880	.880	1.00
6	0	0	0	.60	2.50	.00	.350	.350	1.00
7	5	6	0	7.20	7.00	.00	.920	.920	1.00
8	0	0	0	.40	5.00	.00	.450	.450	1.00
9	0	0	0	.40	2.50	.00	.470	.470	1.00
10	0	0	0	.40	2.50	.00	.470	.470	1.00
11	9	10	0	.80	2.50	.00	.640	.640	1.00
12	8	11	0	1.20	5.00	.00	.710	.710	1.00
13	0	0	0	.40	2.50	.00	.430	.430	1.00
14	0	0	0	.40	2.50	.00	.430	.430	1.00
15	13	14	0	.80	2.50	.00	.580	.580	1.00
16	12	15	0	2.00	2.50	.00	.890	.890	1.00
17	0	0	0	.40	2.50	.00	.400	.400	1.00
18	16	17	0	2.40	12.50	.00	.550	.550	1.00
19	0	0	0	.40	5.00	.00	.280	.280	1.00
20	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00
21	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00
22	20	21	0	.80	2.50	.00	.400	.400	1.00
23	19	22	0	1.20	5.00	.00	.420	.420	1.00
24	0	0	0	.40	2.50	.00	.260	.260	1.00
25	0	0	0	.40	2.50	.00	.260	.260	1.00
26	24	25	0	.80	2.50	.00	.340	.340	1.00
27	23	26	0	2.00	2.50	.00	.520	.520	1.00
28	0	0	0	.40	2.50	.00	.230	.230	1.00
29	27	28	0	2.40	2.50	.00	.550	.550	1.00
30	18	29	0	4.80	10.00	.00	.680	.680	1.00
31	0	0	0	.40	5.00	.00	.250	.250	1.00
32	0	0	0	.40	2.50	.00	.270	.270	1.00
33	0	0	0	.40	2.50	.00	.270	.270	1.00
34	32	33	0	.80	2.50	.00	.350	.350	1.00
35	31	34	0	1.20	5.00	.00	.370	.370	1.00
36	0	0	0	.40	2.50	.00	.230	.230	1.00
37	0	0	0	.40	2.50	.00	.230	.230	1.00
38	36	37	0	.80	2.50	.00	.300	.300	1.00
39	35	38	0	2.00	2.50	.00	.460	.460	1.00
40	0	0	0	.40	2.50	.00	.210	.210	1.00
41	39	40	0	2.40	2.50	.00	.480	.480	1.00
42	30	41	0	7.20	4.50	50.00	.800	.800	1.00

ตารางที่ ค.21 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย VSF ของระบบท่อลม
ที่ได้จากวิธี Static Regain

LOOP = 4 ITERATION = 1

VELOCITY-SIZE-FRICTION						
Air Velocity m/s	Previous Duct Height m	Duct Size Width m	Hydraulic Diameter m	Friction Factor --	Total C- Coefficient ---	Actual Pressure Loss
V	Hp	Wp	Df	f	C	Dp
8.14	.520	.520	.520	.016	1.089	55.61
8.14	.520	.520	.520	.016	1.212	49.37
7.82	.750	.750	.750	.015	.285	17.85
8.14	.520	.520	.520	.016	1.178	48.03
8.52	.880	.880	.880	.014	.635	36.65
4.90	.350	.350	.350	.019	1.088	17.61
8.51	.920	.920	.920	.014	.520	27.31
1.98	.450	.450	.450	.021	.277	1.20
1.81	.470	.470	.470	.021	.344	.90
1.81	.470	.470	.470	.021	.344	.90
1.95	.640	.640	.640	.019	.364	1.01
2.38	.710	.710	.710	.018	.006	.46
2.16	.430	.430	.430	.021	.357	1.34
2.16	.430	.430	.430	.021	.357	1.34
2.38	.580	.580	.580	.019	.461	1.84
2.52	.890	.890	.890	.017	-.525	-1.82
2.50	.400	.400	.400	.021	15.004	56.75
7.93	.550	.550	.550	.016	.530	33.81
5.10	.280	.280	.280	.020	.302	10.25
4.44	.300	.300	.300	.020	.372	6.38
4.44	.300	.300	.300	.020	.372	6.38
5.00	.400	.400	.400	.018	.344	6.87
6.80	.420	.420	.420	.017	.000	5.72
5.92	.260	.260	.260	.020	.399	12.35
5.92	.260	.260	.260	.020	.399	12.35
6.92	.340	.340	.340	.018	.458	16.99
7.40	.520	.520	.520	.016	-.003	2.48
7.56	.230	.230	.230	.020	-.152	2.07
7.93	.550	.550	.550	.016	1.175	47.13
10.38	.680	.680	.680	.015	-.024	12.59
6.40	.250	.250	.250	.020	.312	17.31
5.49	.270	.270	.270	.020	.412	10.74
5.49	.270	.270	.270	.020	.412	10.74
6.53	.350	.350	.350	.018	.357	12.44
8.77	.370	.370	.370	.017	.002	10.82
7.56	.230	.230	.230	.020	.402	21.09
7.56	.230	.230	.230	.020	.402	21.09
8.89	.300	.300	.300	.018	.458	28.80
9.45	.460	.460	.460	.016	-.011	4.18
9.07	.210	.210	.210	.019	.237	23.14
10.42	.480	.480	.480	.016	1.042	73.29
11.25	.800	.800	.800	.014	.520	95.60

ตารางที่ ค 22 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Condensing ของระบบท่อลม
ที่ได้จากวิธี Static Regain

LOOP = 4 ITERATION = 1

CONDENSING				
Sectional Coefficients				Add. Pressure Loss
(mu)	Ks	Kt	T	DPmax, Pa
.000	.00	.00	.00	55.61
.000	.00	.00	.00	49.37
.000	.00	.00	.00	73.46
.000	.00	.00	.00	48.03
.000	.00	.00	.00	110.11
.000	.00	.00	.00	17.61
.000	.00	.00	.00	137.42
.000	.00	.00	.00	1.20
.000	.00	.00	.00	.90
.000	.00	.00	.00	.90
.000	.00	.00	.00	1.91
.000	.00	.00	.00	2.37
.000	.00	.00	.00	1.34
.000	.00	.00	.00	1.34
.000	.00	.00	.00	3.19
.000	.00	.00	.00	1.36
.000	.00	.00	.00	56.75
.000	.00	.00	.00	90.56
.000	.00	.00	.00	10.25
.000	.00	.00	.00	6.38
.000	.00	.00	.00	6.38
.000	.00	.00	.00	13.25
.000	.00	.00	.00	18.97
.000	.00	.00	.00	12.35
.000	.00	.00	.00	12.35
.000	.00	.00	.00	29.34
.000	.00	.00	.00	31.82
.000	.00	.00	.00	2.07
.000	.00	.00	.00	78.95
.000	.00	.00	.00	103.15
.000	.00	.00	.00	17.31
.000	.00	.00	.00	10.74
.000	.00	.00	.00	10.74
.000	.00	.00	.00	23.18
.000	.00	.00	.00	34.00
.000	.00	.00	.00	21.09
.000	.00	.00	.00	21.09
.000	.00	.00	.00	49.89
.000	.00	.00	.00	54.07
.000	.00	.00	.00	23.14
.000	.00	.00	.00	127.37
.000	.00	.00	.00	222.96

ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Selection ของระบบท่อลมที่ได้จากวิธี Static Regain

LOOP = 4 ITERATION = 1

Optimum return duct pressure loss = 137.42 Pa at root 7

Optimum supply duct pressure loss = 222.96 Pa at root 42



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.23 ตารางแสดงผลลัพธ์การกระจายขนาดที่ได้จากโปรแกรมย่อย Expansion
ของระบบท่อลมที่ได้จากวิธี Static Regain

LOOP = 4 ITERATION = 1

EXPANSION					
Pressure at Upper Node Pa	Required Duct Pa	Pressure Loss Total Pa	Pressure at Down Node Pa	Estimated Height m	Size Width m
Pup	DPr	DPT	Pdn	H	W
55.61	55.61	55.61	.00	.520	.520
55.61	49.37	49.37	6.25	.520	.520
73.46	17.85	17.85	55.61	.750	.750
73.46	48.03	48.03	25.43	.520	.520
110.11	36.65	36.65	73.46	.880	.880
110.11	17.61	17.61	92.50	.350	.350
137.42	27.31	27.31	110.11	.920	.920
82.33	1.20	1.20	81.13	.450	.450
81.32	.90	.90	80.42	.470	.470
81.32	.90	.90	80.42	.470	.470
82.33	1.01	1.01	81.32	.640	.640
82.79	.46	.46	82.33	.710	.710
80.95	1.34	1.34	79.60	.430	.430
80.95	1.34	1.34	79.60	.430	.430
82.79	1.84	1.84	80.95	.580	.580
80.97	-1.82	-1.82	82.79	.890	.890
80.97	56.75	56.75	24.21	.400	.400
114.78	33.81	33.81	80.97	.550	.550
59.45	10.25	10.25	49.20	.280	.280
52.58	6.38	6.38	46.20	.300	.300
52.58	6.38	6.38	46.20	.300	.300
59.45	6.87	6.87	52.58	.400	.400
65.17	5.72	5.72	59.45	.420	.420
48.18	12.35	12.35	35.83	.260	.260
48.18	12.35	12.35	35.83	.260	.260
65.17	16.99	16.99	48.18	.340	.340
67.64	2.48	2.48	65.17	.520	.520
67.64	2.07	2.07	65.57	.230	.230
114.78	47.13	47.13	67.64	.550	.550
127.37	12.59	12.59	114.78	.680	.680
39.07	17.31	17.31	21.76	.250	.250
26.63	10.74	10.74	15.89	.270	.270
26.63	10.74	10.74	15.89	.270	.270
39.07	12.44	12.44	26.63	.350	.350
49.89	10.82	10.82	39.07	.370	.370
21.09	21.09	21.09	.00	.230	.230
21.09	21.09	21.09	.00	.230	.230
49.89	28.80	28.80	21.09	.300	.300
54.07	4.18	4.18	49.89	.460	.460
54.07	23.14	23.14	30.93	.210	.210
127.37	73.29	73.29	54.07	.480	.480
222.96	45.60	95.60	127.37	.800	.800

ตารางที่ ค.24 ตารางแสดงผลลัพธ์การกระจายอุณหภูมิที่ได้จากโปรแกรมย่อย Expansion
ของระบบท่อลมที่ได้จากวิธี Static Regain

LOOP = 4 ITERATION = 1

TEMPERATURE DROP	
Temperature at upper node Celcius	Temperature at down node Celcius
Tup	Tdn
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
15.41	15.66
15.50	15.63
15.50	15.63
15.41	15.50
15.27	15.41
15.35	15.48
15.35	15.48
15.27	15.35
15.22	15.27
15.22	15.34
15.09	15.22
15.23	15.39
15.28	15.37
15.28	15.37
15.23	15.28
15.15	15.23
15.19	15.27
15.19	15.27
15.15	15.19
15.12	15.15
15.12	15.18
15.09	15.12
15.02	15.09
15.14	15.29
15.20	15.27
15.20	15.27
15.14	15.20
15.07	15.14
15.12	15.18
15.12	15.18
15.07	15.12
15.05	15.07
15.05	15.11
15.02	15.05
15.00	15.02

ตารางที่ ค.25 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Loss ของระบบท่อลม
ที่ได้จากวิธี Static Regain

LOOP = 4 ITERATION = 1

PRESSURE LOSS	
Total Pressure Loss in Path Pa	Excess Pressure Loss in Path Pa
DPp	DPex
137.42	.00
131.17	6.25
81.80	.00
111.99	25.43
63.96	.00
44.92	92.50
27.31	.00
141.83	81.13
142.54	80.42
142.54	80.42
141.64	.00
140.63	.00
143.36	79.60
143.36	79.60
142.02	.00
140.17	.00
198.75	24.21
142.00	.00
173.77	49.20
176.76	46.20
176.76	46.20
170.38	.00
163.52	.00
187.14	35.83
187.14	35.83
174.78	.00
157.80	.00
157.39	65.57
155.32	.00
108.19	.00
201.20	21.76
207.07	15.89
207.07	15.89
196.33	.00
183.89	.00
222.96	.00
222.96	.00
201.87	.00
173.07	.00
192.03	30.93
168.89	.00
95.60	.00

ตารางที่ ก.26 ตารางแสดงค่าข้อมูลเบื้องต้นของระบบท่อลมที่ได้จากวิธี T-Method เดิม

Existed T-Method Duct Design

INPUT DATA									
Sections				Air Flow	Duct Length	Additional Pressure	Require Duct Height	Duct Width	Constraints Aspect ratio
-----	Ch1	Ch2	Ch3	m ³ /s	m	Loss, Pa	m	m	--
S	S1	S2	S3	Q	L	DPz	H _z	W _z	r _z
1	0	0	0	2.20	10.00	.00	.750	.750	1.00
2	0	0	0	2.20	1.00	.00	.670	.670	1.00
3	1	2	0	4.40	10.00	.00	.860	.860	1.00
4	0	0	0	2.20	1.00	.00	.620	.620	1.00
5	3	4	0	6.60	12.50	.00	1.060	1.060	1.00
6	0	0	0	.60	2.50	.00	.350	.350	1.00
7	5	6	0	7.20	7.00	.00	1.300	1.300	1.00
8	0	0	0	.40	5.00	.00	.400	.400	1.00
9	0	0	0	.40	2.50	.00	.220	.220	1.00
10	0	0	0	.40	2.50	.00	.220	.220	1.00
11	9	10	0	.80	2.50	.00	.430	.430	1.00
12	8	11	0	1.20	5.00	.00	.280	.280	1.00
13	0	0	0	.40	2.50	.00	.210	.210	1.00
14	0	0	0	.40	2.50	.00	.210	.210	1.00
15	13	14	0	.80	2.50	.00	.640	.640	1.00
16	12	15	0	2.00	2.50	.00	.370	.370	1.00
17	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00
18	16	17	0	2.40	12.50	.00	.690	.690	1.00
19	0	0	0	.40	5.00	.00	.250	.250	1.00
20	0	0	0	.40	2.50	.00	.240	.240	1.00
21	0	0	0	.40	2.50	.00	.240	.240	1.00
22	20	21	0	.80	2.50	.00	.420	.420	1.00
23	19	22	0	1.20	5.00	.00	.370	.370	1.00
24	0	0	0	.40	2.50	.00	.200	.200	1.00
25	0	0	0	.40	2.50	.00	.200	.200	1.00
26	24	25	0	.80	2.50	.00	.640	.640	1.00
27	23	26	0	2.00	2.50	.00	.360	.360	1.00
28	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00
29	27	28	0	2.40	2.50	.00	1.100	1.100	1.00
30	18	29	0	4.80	10.00	.00	.840	.840	1.00
31	0	0	0	.40	5.00	.00	.230	.230	1.00
32	0	0	0	.40	2.50	.00	.230	.230	1.00
33	0	0	0	.40	2.50	.00	.230	.230	1.00
34	32	33	0	.80	2.50	.00	.380	.380	1.00
35	31	34	0	1.20	5.00	.00	.350	.350	1.00
36	0	0	0	.40	2.50	.00	.200	.200	1.00
37	0	0	0	.40	2.50	.00	.200	.200	1.00
38	36	37	0	.80	2.50	.00	.630	.630	1.00
39	35	38	0	2.00	2.50	.00	.350	.350	1.00
40	0	0	0	.40	2.50	.00	.300	.300	1.00
41	39	40	0	2.40	2.50	.00	.870	.870	1.00
42	30	41	0	7.20	4.50	50.00	1.410	1.410	1.00

ตารางที่ ค.27 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย VSF ของระบบท่อลม
ที่ได้จากวิธี T-Method เดิม

LOOP = 4 ITERATION = 1

VELOCITY-SIZE-FRICTION						
Air Velocity m/s	Previous Duct Height m	Duct Size Width m	Hydraulic Diameter m	Friction Factor --	Total C-Coefficient ---	Actual Pressure Loss
V	Hp	Wp	Df	f	C	Dp
3.91	.750	.750	.750	.017	1.030	11.48
4.90	.670	.670	.670	.016	.799	11.86
5.95	.860	.860	.860	.015	.405	12.35
5.72	.620	.620	.620	.016	1.181	23.74
5.87	1.060	1.060	1.060	.015	.742	18.92
4.90	.350	.350	.350	.019	1.132	18.24
4.26	1.300	1.300	1.300	.015	.520	6.52
2.50	.400	.400	.400	.021	12.521	47.93
8.26	.220	.220	.220	.019	.089	12.71
8.26	.220	.220	.220	.019	.089	12.71
4.33	.430	.430	.430	.018	1.116	13.74
15.31	.280	.280	.280	.017	.049	50.15
9.07	.210	.210	.210	.019	.016	12.21
9.07	.210	.210	.210	.019	.016	12.21
1.95	.640	.640	.640	.019	8.725	20.14
14.61	.370	.370	.370	.016	-.143	-4.16
4.44	.300	.300	.300	.020	1.430	18.92
5.04	.690	.690	.690	.016	.543	12.77
6.40	.250	.250	.250	.020	.281	16.55
6.94	.240	.240	.240	.020	.135	9.82
6.94	.240	.240	.240	.020	.135	9.82
4.54	.420	.420	.420	.018	.218	4.03
8.77	.370	.370	.370	.017	-.184	2.23
10.00	.200	.200	.200	.019	.013	15.35
10.00	.200	.200	.200	.019	.013	15.35
1.95	.640	.640	.640	.019	9.095	20.99
15.43	.360	.360	.360	.016	-.477	-51.93
4.44	.300	.300	.300	.020	1.275	17.08
1.98	1.100	1.100	1.100	.017	2.968	7.10
6.80	.840	.840	.840	.015	.113	8.09
7.56	.230	.230	.230	.020	.254	23.28
7.56	.230	.230	.230	.020	.168	13.05
7.56	.230	.230	.230	.020	.168	13.05
5.54	.380	.380	.380	.018	.218	6.20
9.80	.350	.350	.350	.017	-.164	4.68
10.00	.200	.200	.200	.019	.014	15.40
10.00	.200	.200	.200	.019	.014	15.40
2.02	.630	.630	.630	.019	9.881	24.27
16.33	.350	.350	.350	.016	-.338	-35.41
4.44	.300	.300	.300	.020	1.308	17.47
3.17	.870	.870	.870	.017	1.160	7.29
3.62	1.410	1.410	1.410	.015	.520	54.46

ตารางที่ ค.28 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Condensing ของระบบท่อลม
ที่ได้จากวิธี T-Method เดิม

LOOP = 4 ITERATION = 1

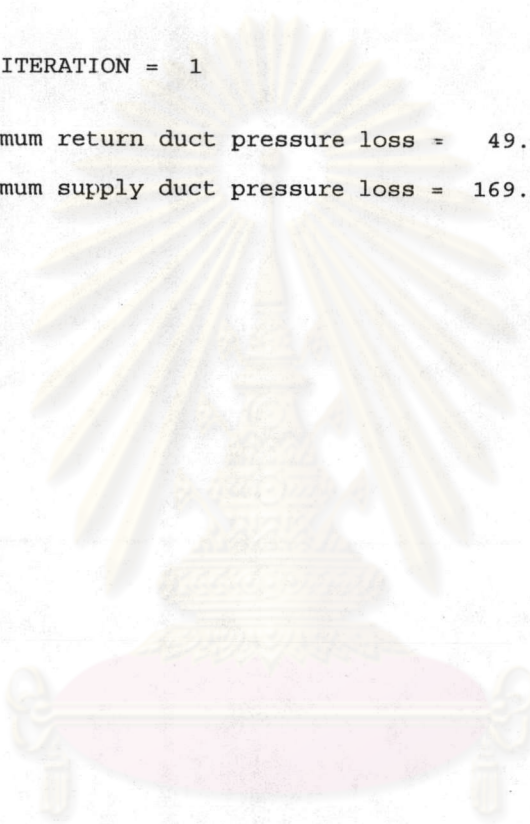
CONDENSING				
Sectional Coefficients				Add. Pressure Loss
(mu)	Ks	Kt	T	DPmax, Pa
.000	.00	.00	.00	11.48
.000	.00	.00	.00	11.86
.000	.00	.00	.00	24.22
.000	.00	.00	.00	23.74
.000	.00	.00	.00	43.14
.000	.00	.00	.00	18.24
.000	.00	.00	.00	49.66
.000	.00	.00	.00	47.93
.000	.00	.00	.00	12.71
.000	.00	.00	.00	12.71
.000	.00	.00	.00	26.45
.000	.00	.00	.00	98.08
.000	.00	.00	.00	12.21
.000	.00	.00	.00	12.21
.000	.00	.00	.00	32.35
.000	.00	.00	.00	93.93
.000	.00	.00	.00	18.92
.000	.00	.00	.00	106.70
.000	.00	.00	.00	16.55
.000	.00	.00	.00	9.82
.000	.00	.00	.00	9.82
.000	.00	.00	.00	13.85
.000	.00	.00	.00	18.78
.000	.00	.00	.00	15.35
.000	.00	.00	.00	15.35
.000	.00	.00	.00	36.34
.000	.00	.00	.00	-15.59
.000	.00	.00	.00	17.08
.000	.00	.00	.00	24.18
.000	.00	.00	.00	114.79
.000	.00	.00	.00	23.28
.000	.00	.00	.00	13.05
.000	.00	.00	.00	13.05
.000	.00	.00	.00	19.26
.000	.00	.00	.00	27.96
.000	.00	.00	.00	15.40
.000	.00	.00	.00	15.40
.000	.00	.00	.00	39.68
.000	.00	.00	.00	4.27
.000	.00	.00	.00	17.47
.000	.00	.00	.00	24.76
.000	.00	.00	.00	169.25

ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Selection ของระบบท่อลมที่ได้จากวิธี T-Method เดิม

LOOP = 4 ITERATION = 1

Optimum return duct pressure loss = 49.66 Pa at root 7

Optimum supply duct pressure loss = 169.25 Pa at root 42



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.29 ตารางแสดงผลพัทธ์การกระจายขนาดที่ได้จากโปรแกรมย่อย Expansion
ของระบบท่อลมที่ได้จากวิธี T-Method เดิม

LOOP = 4

ITERATION = 1

EXPANSION					
Pressure at Upper Node Pa	Required Duct Pa	Pressure Loss Total Pa	Pressure at Down Node Pa	Estimated Height m	Size Width m
Pup	DPr	DPt	Pdn	H	W
11.86	11.48	11.48	.38	.750	.750
11.86	11.86	11.86	.00	.670	.670
24.22	12.35	12.35	11.86	.860	.860
24.22	23.74	23.74	.48	.620	.620
43.14	18.92	18.92	24.22	1.060	1.060
43.14	18.24	18.24	24.90	.350	.350
49.66	6.52	6.52	43.14	1.300	1.300
47.93	47.93	47.93	.00	.400	.400
34.19	12.71	12.71	21.48	.220	.220
34.19	12.71	12.71	21.48	.220	.220
47.93	13.74	13.74	34.19	.430	.430
98.08	50.15	50.15	47.93	.280	.280
77.94	12.21	12.21	65.73	.210	.210
77.94	12.21	12.21	65.73	.210	.210
98.08	20.14	20.14	77.94	.640	.640
93.93	-4.16	-4.16	98.08	.370	.370
93.93	18.92	18.92	75.01	.300	.300
106.70	12.77	12.77	93.93	.690	.690
149.30	16.55	16.55	132.75	.250	.250
145.27	9.82	9.82	135.45	.240	.240
145.27	9.82	9.82	135.45	.240	.240
149.30	4.03	4.03	145.27	.420	.420
151.54	2.23	2.23	149.30	.370	.370
130.54	15.35	15.35	115.19	.200	.200
130.54	15.35	15.35	115.19	.200	.200
151.54	20.99	20.99	130.54	.640	.640
99.60	-51.93	-51.93	151.54	.360	.360
99.60	17.08	17.08	82.52	.300	.300
106.70	7.10	7.10	99.60	1.100	1.100
114.79	8.09	8.09	106.70	.840	.840
138.22	23.28	23.28	114.95	.230	.230
132.02	13.05	13.05	118.97	.230	.230
132.02	13.05	13.05	118.97	.230	.230
138.22	6.20	6.20	132.02	.380	.380
142.91	4.68	4.68	138.22	.350	.350
118.63	15.40	15.40	103.23	.200	.200
118.63	15.40	15.40	103.23	.200	.200
142.91	24.27	24.27	118.63	.630	.630
107.50	-35.41	-35.41	142.91	.350	.350
107.50	17.47	17.47	90.03	.300	.300
114.79	7.29	7.29	107.50	.870	.870
169.25	4.46	54.46	114.79	1.410	1.410

ตารางที่ ก.30 ตารางแสดงผลลัพธ์การกระจายอุณหภูมิที่ได้จากโปรแกรมย่อย Expansion
ของระบบท่อลมที่ได้จากวิธี T-Method เดิม

LOOP = 4 ITERATION = 1

TEMPERATURE DROP	
Temperature at upper node Celcius	Temperature at down node Celcius
Tup	Tdn
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
.00	.00
15.36	15.58
15.42	15.48
15.42	15.48
15.36	15.42
15.31	15.36
15.40	15.46
15.40	15.46
15.31	15.40
15.29	15.31
15.29	15.37
15.12	15.29
15.27	15.41
15.33	15.39
15.33	15.39
15.27	15.33
15.20	15.27
15.29	15.34
15.29	15.34
15.20	15.29
15.18	15.20
15.18	15.26
15.12	15.18
15.04	15.12
15.17	15.30
15.23	15.29
15.23	15.29
15.17	15.23
15.10	15.17
15.19	15.25
15.19	15.25
15.10	15.19
15.08	15.10
15.08	15.17
15.04	15.08
15.00	15.04

ตารางที่ ก.31 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมย่อย Loss ของระบบท่อลม
ที่ได้จากวิธี T-Method เดิม

LOOP = 4 ITERATION = 1

PRESSURE LOSS	
Total Pressure Loss in Path Pa	Excess Pressure Loss in Path Pa
DPp	DPex
49.29	.38
49.66	.00
37.80	.00
49.18	.48
25.45	.00
24.76	24.90
6.52	.00
169.25	.00
147.77	21.48
147.77	21.48
135.06	.00
121.32	.00
103.52	65.73
103.52	65.73
91.31	.00
71.17	.00
94.24	75.01
75.32	.00
36.50	132.75
33.79	135.45
33.79	135.45
23.98	.00
19.95	.00
54.06	115.19
54.06	115.19
38.70	.00
17.71	.00
86.73	82.52
69.69	.00
62.59	.00
54.30	114.95
50.28	118.97
50.28	118.97
37.23	.00
31.02	.00
66.02	103.23
66.02	103.23
50.62	.00
26.34	.00
79.22	90.03
61.75	.00
54.46	.00

ตารางที่ ค.32 ตารางแสดงการเปรียบเทียบผลลัพท์ค่าความดันรวมที่ได้จาก
โปรแกรมย่อย Selection ของท่อลมที่ออกแบบโดยวิธีต่างๆ

ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าความดันสูญเสียรวมของท่อลมที่ได้จากการออกแบบโดยวิธีต่างๆ				
ความดันสูญเสียรวม	วิธีที่ได้พัฒนาขึ้น	วิธี Equal Friction	วิธี Static Regain	วิธี T-Method เดิม
ของท่อลมส่ง	202.19 ปาสกาล	132.11 ปาสกาล	222.96 ปาสกาล	169.25 ปาสกาล
ของท่อลมกลับ	49.07 ปาสกาล	137.42 ปาสกาล	137.42 ปาสกาล	49.66 ปาสกาล
ของระบบรวม	251.26 ปาสกาล	269.53 ปาสกาล	360.38 ปาสกาล	218.91 ปาสกาล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.33 ตารางแสดงการเปรียบเทียบผลลัพท์ค่าขนาดของท่อลมที่ได้จากการออกแบบโดยวิธีต่างๆ

ตารางแสดงการเปรียบเทียบขนาดท่อลมที่ได้รับการออกแบบโดยวิธีต่างๆ								
ท่อนที่	วิธีที่ได้พัฒนาขึ้น		วิธี Equal Friction		วิธี Static Regain		วิธี T-Method เดิม	
	H	W	H	W	H	W	H	W
1	0.76	0.76	0.52	0.52	0.52	0.52	0.75	0.75
2	0.68	0.68	0.52	0.52	0.52	0.52	0.67	0.67
3	0.86	0.86	0.75	0.75	0.75	0.75	0.86	0.86
4	0.62	0.62	0.52	0.52	0.52	0.52	0.62	0.62
5	1.06	1.06	0.88	0.88	0.88	0.88	1.06	1.06
6	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
7	1.29	1.29	0.92	0.92	0.92	0.92	1.3	1.3
8	0.2	0.2	0.3	0.3	0.45	0.45	0.4	0.4
9	0.21	0.21	0.3	0.3	0.47	0.47	0.22	0.22
10	0.21	0.21	0.3	0.3	0.47	0.47	0.22	0.22
11	0.31	0.31	0.4	0.4	0.64	0.64	0.43	0.43
12	0.32	0.32	0.46	0.46	0.71	0.71	0.28	0.28
13	0.18	0.18	0.3	0.3	0.43	0.43	0.21	0.21
14	0.18	0.18	0.3	0.3	0.43	0.43	0.21	0.21
15	0.4	0.4	0.4	0.4	0.58	0.58	0.64	0.64
16	0.42	0.42	0.55	0.55	0.89	0.89	0.37	0.37
17	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3
18	0.54	0.54	0.6	0.6	0.55	0.55	0.69	0.69
19	0.18	0.18	0.3	0.3	0.28	0.28	0.25	0.25
20	0.18	0.18	0.3	0.3	0.3	0.3	0.24	0.24
21	0.18	0.18	0.3	0.3	0.3	0.3	0.24	0.24
22	0.27	0.27	0.4	0.4	0.4	0.4	0.42	0.42
23	0.27	0.27	0.46	0.46	0.42	0.42	0.37	0.37
24	0.16	0.16	0.3	0.3	0.26	0.26	0.2	0.2
25	0.16	0.16	0.3	0.3	0.26	0.26	0.2	0.2
26	0.42	0.42	0.4	0.4	0.34	0.34	0.64	0.64
27	0.32	0.32	0.55	0.55	0.52	0.52	0.36	0.36
28	0.3	0.3	0.3	0.3	0.23	0.23	0.3	0.3
29	0.79	0.79	0.6	0.6	0.55	0.55	1.1	1.1
30	0.66	0.66	0.78	0.78	0.68	0.68	0.84	0.84
31	0.18	0.18	0.3	0.3	0.25	0.25	0.23	0.23
32	0.19	0.19	0.3	0.3	0.27	0.27	0.23	0.23
33	0.19	0.19	0.3	0.3	0.27	0.27	0.23	0.23
34	0.28	0.28	0.4	0.4	0.35	0.35	0.38	0.38
35	0.28	0.28	0.46	0.46	0.37	0.37	0.35	0.35
36	0.17	0.17	0.3	0.3	0.23	0.23	0.2	0.2
37	0.17	0.17	0.3	0.3	0.23	0.23	0.2	0.2
38	0.47	0.47	0.4	0.4	0.3	0.3	0.63	0.63
39	0.32	0.32	0.55	0.55	0.46	0.46	0.35	0.35
40	0.3	0.3	0.3	0.3	0.21	0.21	0.3	0.3
41	0.65	0.65	0.6	0.6	0.48	0.48	0.87	0.87
42	1.07	1.07	0.92	0.92	0.8	0.8	1.41	1.41



ตารางที่ ค.34 ตารางช่วยในการคำนวณค่าใช้จ่ายจากสมการ (4.9) ของท่อลม
ที่ได้จากวิธี Equal Friction

ค่าจากผลลัพธ์ที่ได้จากวิธี Equal Friction										
ท่อนที่	H	W	L	Sr	Te	Tl	Ta	Z2	เทอมที่ 2	เทอมที่ 3
1	0.520	0.520	10.0	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	6032.00	0.00
2	0.520	0.520	1.0	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	603.20	0.00
3	0.750	0.750	10.0	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	8700.00	0.00
4	0.520	0.520	1.0	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	603.20	0.00
5	0.880	0.880	12.5	320	0.00	0.00	25.00	91.47013	14080.00	0.00
6	0.350	0.350	2.5	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	1015.00	0.00
7	0.920	0.920	7.0	320	0.00	0.00	25.00	91.47013	8243.20	0.00
8	0.300	0.300	5.0	275	15.36	15.53	25.00	91.47013	1650.00	5243.98
9	0.300	0.300	2.5	275	15.42	15.50	25.00	91.47013	825.00	2617.88
10	0.300	0.300	2.5	275	15.42	15.50	25.00	91.47013	825.00	2617.88
11	0.400	0.400	2.5	290	15.36	15.42	25.00	91.47013	1160.00	3516.11
12	0.460	0.460	5.0	290	15.28	15.36	25.00	91.47013	2668.00	8145.96
13	0.300	0.300	2.5	275	15.33	15.42	25.00	91.47013	825.00	2641.20
14	0.300	0.300	2.5	275	15.33	15.42	25.00	91.47013	825.00	2641.20
15	0.400	0.400	2.5	290	15.28	15.33	25.00	91.47013	1160.00	3547.21
16	0.550	0.550	2.5	290	15.25	15.28	25.00	91.47013	1595.00	4897.54
17	0.300	0.300	2.5	275	15.25	15.33	25.00	91.47013	825.00	2664.52
18	0.600	0.600	12.5	290	15.10	15.25	25.00	91.47013	8700.00	26960.80
19	0.300	0.300	5.0	275	15.25	15.42	25.00	91.47013	1650.00	5304.35
20	0.300	0.300	2.5	275	15.31	15.39	25.00	91.47013	825.00	2648.06
21	0.300	0.300	2.5	275	15.31	15.39	25.00	91.47013	825.00	2648.06
22	0.400	0.400	2.5	290	15.25	15.31	25.00	91.47013	1160.00	3556.36
23	0.460	0.460	5.0	290	15.16	15.25	25.00	91.47013	2668.00	8242.74
24	0.300	0.300	2.5	275	15.22	15.31	25.00	91.47013	825.00	2671.39
25	0.300	0.300	2.5	275	15.22	15.31	25.00	91.47013	825.00	2671.39
26	0.400	0.400	2.5	290	15.16	15.22	25.00	91.47013	1160.00	3589.29
27	0.550	0.550	2.5	290	15.13	15.16	25.00	91.47013	1595.00	4957.91
28	0.300	0.300	2.5	275	15.13	15.22	25.00	91.47013	825.00	2696.08
29	0.600	0.600	2.5	290	15.10	15.13	25.00	91.47013	1740.00	5425.09
30	0.780	0.780	10.0	320	15.03	15.10	25.00	91.47013	9984.00	28353.18
31	0.300	0.300	5.0	275	15.18	15.35	25.00	91.47013	1650.00	5342.77
32	0.300	0.300	2.5	275	15.23	15.32	25.00	91.47013	825.00	2668.64
33	0.300	0.300	2.5	275	15.23	15.32	25.00	91.47013	825.00	2668.64
34	0.400	0.400	2.5	290	15.18	15.23	25.00	91.47013	1160.00	3583.80
35	0.460	0.460	5.0	290	15.09	15.18	25.00	91.47013	2668.00	8301.65
36	0.300	0.300	2.5	275	15.15	15.23	25.00	91.47013	825.00	2691.97
37	0.300	0.300	2.5	275	15.15	15.23	25.00	91.47013	825.00	2691.97
38	0.400	0.400	2.5	290	15.09	15.15	25.00	91.47013	1160.00	3614.90
39	0.550	0.550	2.5	290	15.06	15.09	25.00	91.47013	1595.00	4993.13
40	0.300	0.300	2.5	275	15.06	15.14	25.00	91.47013	825.00	2716.66
41	0.600	0.600	2.5	290	15.03	15.06	25.00	91.47013	1740.00	5463.51
42	0.920	0.920	4.5	320	15.00	15.03	25.00	91.47013	5299.20	15124.73
								รวมเป็น	103813.80	198120.56



ตารางที่ ค.35 ตารางช่วยในการคำนวณค่าใช้จ่ายจากสมการ (4.9) ของท่อลม
ที่ได้จากวิธี Static Regain

ค่าจากผลลัพธ์ที่ได้จากวิธี Static Regain										
ท่อนที่	H	W	L	Sr	Te	Tl	Ta	Z2	เทอมที่ 2	เทอมที่ 3
1	0.520	0.520	10.0	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	6032.00	0.00
2	0.520	0.520	1.0	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	603.20	0.00
3	0.750	0.750	10.0	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	8700.00	0.00
4	0.520	0.520	1.0	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	603.20	0.00
5	0.880	0.880	12.5	320	0.00	0.00	25.00	91.47013	14080.00	0.00
6	0.350	0.350	2.5	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	1015.00	0.00
7	0.920	0.920	7.0	320	0.00	0.00	25.00	91.47013	8243.20	0.00
8	0.450	0.450	5.0	290	15.41	15.66	25.00	91.47013	2610.00	7791.88
9	0.470	0.470	2.5	290	15.50	15.63	25.00	91.47013	1363.00	4056.20
10	0.470	0.470	2.5	290	15.50	15.63	25.00	91.47013	1363.00	4056.20
11	0.640	0.640	2.5	290	15.41	15.50	25.00	91.47013	1856.00	5587.73
12	0.710	0.710	5.0	290	15.27	15.41	25.00	91.47013	4118.00	12547.14
13	0.430	0.430	2.5	290	15.35	15.48	25.00	91.47013	1247.00	3769.99
14	0.430	0.430	2.5	290	15.35	15.48	25.00	91.47013	1247.00	3769.99
15	0.580	0.580	2.5	290	15.27	15.35	25.00	91.47013	1682.00	5140.80
16	0.890	0.890	2.5	320	15.22	15.27	25.00	91.47013	2848.00	7941.39
17	0.400	0.400	2.5	290	15.22	15.34	25.00	91.47013	1160.00	3556.36
18	0.550	0.550	12.5	290	15.09	15.22	25.00	91.47013	7975.00	24764.39
19	0.280	0.280	5.0	275	15.23	15.39	25.00	91.47013	1540.00	4963.54
20	0.300	0.300	2.5	275	15.28	15.37	25.00	91.47013	825.00	2654.92
21	0.300	0.300	2.5	275	15.28	15.37	25.00	91.47013	825.00	2654.92
22	0.400	0.400	2.5	290	15.23	15.28	25.00	91.47013	1160.00	3565.51
23	0.420	0.420	5.0	290	15.15	15.23	25.00	91.47013	2436.00	7537.50
24	0.260	0.260	2.5	275	15.19	15.27	25.00	91.47013	715.00	2323.52
25	0.260	0.260	2.5	275	15.19	15.27	25.00	91.47013	715.00	2323.52
26	0.340	0.340	2.5	290	15.15	15.19	25.00	91.47013	986.00	3057.11
27	0.520	0.520	2.5	290	15.12	15.15	25.00	91.47013	1508.00	4692.23
28	0.230	0.230	2.5	275	15.12	15.18	25.00	91.47013	632.50	2072.26
29	0.550	0.550	2.5	290	15.09	15.12	25.00	91.47013	1595.00	4978.03
30	0.680	0.680	10.0	290	15.02	15.09	25.00	91.47013	7888.00	24743.04
31	0.250	0.250	5.0	275	15.14	15.29	25.00	91.47013	1375.00	4475.18
32	0.270	0.270	2.5	275	15.20	15.27	25.00	91.47013	742.50	2411.66
33	0.270	0.270	2.5	275	15.20	15.27	25.00	91.47013	742.50	2411.66
34	0.350	0.350	2.5	290	15.14	15.20	25.00	91.47013	1015.00	3147.03
35	0.370	0.370	5.0	290	15.07	15.14	25.00	91.47013	2146.00	6697.72
36	0.230	0.230	2.5	275	15.12	15.18	25.00	91.47013	632.50	2072.26
37	0.230	0.230	2.5	275	15.12	15.18	25.00	91.47013	632.50	2072.26
38	0.300	0.300	2.5	275	15.07	15.12	25.00	91.47013	825.00	2718.03
39	0.460	0.460	2.5	290	15.05	15.07	25.00	91.47013	1334.00	4182.38
40	0.210	0.210	2.5	275	15.05	15.11	25.00	91.47013	577.50	1905.51
41	0.480	0.480	2.5	290	15.02	15.05	25.00	91.47013	1392.00	4375.20
42	0.800	0.800	4.5	320	15.00	15.02	25.00	91.47013	4608.00	13158.53
								รวมเป็น	103593.60	198175.57

ตารางที่ ค.36 ตารางช่วยในการคำนวณค่าใช้จ่ายจากสมการ (4.9) ของท่อลม
ที่ได้จากวิธี T-Method เดิม

ค่าจากผลลัพธ์ที่ได้จากวิธี T-Method เดิม										
ท่อนที่	H	W	L	Sr	Te	Tl	Ta	Z2	เทอมที่ 2	เทอมที่ 3
1	0.750	0.750	10.0	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	8700.00	0.00
2	0.670	0.670	1.0	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	777.20	0.00
3	0.860	0.860	10.0	320	0.00	0.00	25.00	91.47013	11008.00	0.00
4	0.620	0.620	1.0	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	719.20	0.00
5	1.060	1.060	12.5	320	0.00	0.00	25.00	91.47013	16960.00	0.00
6	0.350	0.350	2.5	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	1015.00	0.00
7	1.300	1.300	7.0	320	0.00	0.00	25.00	91.47013	11648.00	0.00
8	0.400	0.400	5.0	290	15.36	15.58	25.00	91.47013	2320.00	6973.68
9	0.220	0.220	2.5	275	15.42	15.48	25.00	91.47013	605.00	1921.79
10	0.220	0.220	2.5	275	15.42	15.48	25.00	91.47013	605.00	1921.79
11	0.430	0.430	2.5	290	15.36	15.42	25.00	91.47013	1247.00	3779.82
12	0.280	0.280	5.0	275	15.31	15.36	25.00	91.47013	1540.00	4950.73
13	0.210	0.210	2.5	275	15.40	15.46	25.00	91.47013	577.50	1838.28
14	0.210	0.210	2.5	275	15.40	15.46	25.00	91.47013	577.50	1838.28
15	0.640	0.640	2.5	290	15.31	15.40	25.00	91.47013	1856.00	5646.27
16	0.370	0.370	2.5	290	15.29	15.31	25.00	91.47013	1073.00	3282.86
17	0.300	0.300	2.5	275	15.29	15.37	25.00	91.47013	825.00	2653.55
18	0.690	0.690	12.5	290	15.12	15.29	25.00	91.47013	10005.00	30910.27
19	0.250	0.250	5.0	275	15.27	15.41	25.00	91.47013	1375.00	4418.01
20	0.240	0.240	2.5	275	15.33	15.39	25.00	91.47013	660.00	2116.25
21	0.240	0.240	2.5	275	15.33	15.39	25.00	91.47013	660.00	2116.25
22	0.420	0.420	2.5	290	15.27	15.33	25.00	91.47013	1218.00	3726.49
23	0.370	0.370	5.0	290	15.20	15.27	25.00	91.47013	2146.00	6609.72
24	0.200	0.200	2.5	275	15.29	15.34	25.00	91.47013	550.00	1771.78
25	0.200	0.200	2.5	275	15.29	15.34	25.00	91.47013	550.00	1771.78
26	0.640	0.640	2.5	290	15.20	15.29	25.00	91.47013	1856.00	5710.66
27	0.360	0.360	2.5	290	15.18	15.20	25.00	91.47013	1044.00	3230.36
28	0.300	0.300	2.5	275	15.18	15.26	25.00	91.47013	825.00	2683.73
29	1.100	1.100	2.5	320	15.12	15.18	25.00	91.47013	3520.00	9910.79
30	0.840	0.840	10.0	320	15.04	15.12	25.00	91.47013	10752.00	30488.09
31	0.230	0.230	5.0	275	15.17	15.30	25.00	91.47013	1265.00	4108.75
32	0.230	0.230	2.5	275	15.23	15.29	25.00	91.47013	632.50	2049.11
33	0.230	0.230	2.5	275	15.23	15.29	25.00	91.47013	632.50	2049.11
34	0.380	0.380	2.5	290	15.17	15.23	25.00	91.47013	1102.00	3406.35
35	0.350	0.350	5.0	290	15.10	15.17	25.00	91.47013	2030.00	6316.47
36	0.200	0.200	2.5	275	15.19	15.25	25.00	91.47013	550.00	1789.16
37	0.200	0.200	2.5	275	15.19	15.25	25.00	91.47013	550.00	1789.16
38	0.630	0.630	2.5	290	15.10	15.19	25.00	91.47013	1827.00	5679.06
39	0.350	0.350	2.5	290	15.08	15.10	25.00	91.47013	1015.00	3172.64
40	0.300	0.300	2.5	275	15.08	15.17	25.00	91.47013	825.00	2709.80
41	0.870	0.870	2.5	320	15.04	15.08	25.00	91.47013	2784.00	7910.15
42	1.410	1.410	4.5	340	15.00	15.04	25.00	91.47013	8629.20	23168.69
								รวมเป็น	119056.60	204419.68

ตารางที่ ค.37 ตารางช่วยในการคำนวณค่าใช้จ่ายจากสมการ (4.9) ของท่อลม
ที่ได้จากวิธีที่ได้พัฒนาขึ้น

ค่าจากผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการออกแบบที่ได้พัฒนาขึ้น										
ท่อนที่	H	W	L	Sr	Te	Tl	Ta	Z2	เทอมที่ 2	เทอมที่ 3
1	0.760	0.760	10.0	320	0.00	0.00	25.00	91.47013	9728.00	0.00
2	0.680	0.680	1.0	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	788.80	0.00
3	0.860	0.860	10.0	320	0.00	0.00	25.00	91.47013	11008.00	0.00
4	0.620	0.620	1.0	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	719.20	0.00
5	1.060	1.060	12.5	320	0.00	0.00	25.00	91.47013	16960.00	0.00
6	0.350	0.350	2.5	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	1015.00	0.00
7	1.290	1.290	7.0	320	0.00	0.00	25.00	91.47013	11558.40	0.00
8	0.200	0.200	5.0	275	15.31	15.42	25.00	91.47013	1100.00	3525.26
9	0.210	0.210	2.5	275	15.35	15.41	25.00	91.47013	577.50	1847.88
10	0.210	0.210	2.5	275	15.35	15.41	25.00	91.47013	577.50	1847.88
11	0.310	0.310	2.5	290	15.31	15.35	25.00	91.47013	899.00	2742.00
12	0.320	0.320	5.0	290	15.25	15.31	25.00	91.47013	1856.00	5690.17
13	0.180	0.180	2.5	275	15.31	15.36	25.00	91.47013	495.00	1591.31
14	0.180	0.180	2.5	275	15.31	15.36	25.00	91.47013	495.00	1591.31
15	0.400	0.400	2.5	290	15.25	15.31	25.00	91.47013	1160.00	3556.36
16	0.420	0.420	2.5	290	15.22	15.25	25.00	91.47013	1218.00	3751.46
17	0.300	0.300	2.5	275	15.22	15.31	25.00	91.47013	825.00	2671.39
18	0.540	0.540	12.5	290	15.10	15.22	25.00	91.47013	7830.00	24301.78
19	0.180	0.180	5.0	275	15.20	15.31	25.00	91.47013	990.00	3208.96
20	0.180	0.180	2.5	275	15.24	15.29	25.00	91.47013	495.00	1602.83
21	0.180	0.180	2.5	275	15.24	15.29	25.00	91.47013	495.00	1602.83
22	0.270	0.270	2.5	275	15.20	15.24	25.00	91.47013	742.50	2415.36
23	0.270	0.270	5.0	275	15.15	15.20	25.00	91.47013	1485.00	4852.95
24	0.160	0.160	2.5	275	15.21	15.26	25.00	91.47013	440.00	1429.13
25	0.160	0.160	2.5	275	15.21	15.26	25.00	91.47013	440.00	1429.13
26	0.420	0.420	2.5	290	15.15	15.21	25.00	91.47013	1218.00	3772.59
27	0.320	0.320	2.5	290	15.13	15.15	25.00	91.47013	928.00	2886.07
28	0.300	0.300	2.5	275	15.13	15.22	25.00	91.47013	825.00	2696.08
29	0.790	0.790	2.5	320	15.10	15.13	25.00	91.47013	2528.00	7143.04
30	0.660	0.660	10.0	290	15.03	15.10	25.00	91.47013	7656.00	23991.15
31	0.180	0.180	5.0	275	15.14	15.24	25.00	91.47013	990.00	3230.36
32	0.190	0.190	2.5	275	15.18	15.23	25.00	91.47013	522.50	1702.30
33	0.190	0.190	2.5	275	15.18	15.23	25.00	91.47013	522.50	1702.30
34	0.280	0.280	2.5	275	15.14	15.18	25.00	91.47013	770.00	2520.19
35	0.280	0.280	5.0	275	15.08	15.14	25.00	91.47013	1540.00	5065.98
36	0.170	0.170	2.5	275	15.15	15.20	25.00	91.47013	467.50	1527.78
37	0.170	0.170	2.5	275	15.15	15.20	25.00	91.47013	467.50	1527.78
38	0.470	0.470	2.5	290	15.08	15.15	25.00	91.47013	1363.00	4249.66
39	0.320	0.320	2.5	290	15.06	15.08	25.00	91.47013	928.00	2906.55
40	0.300	0.300	2.5	275	15.06	15.15	25.00	91.47013	825.00	2715.29
41	0.650	0.650	2.5	290	15.03	15.06	25.00	91.47013	1885.00	5918.80
42	1.070	1.070	4.5	320	15.00	15.03	25.00	91.47013	6163.20	17590.72
								รวมเป็น	103497.10	160804.63

ตารางที่ ค.38 ตารางช่วยในการคำนวณค่าใช้จ่ายจากสมการ (4.9) ของท่อลมที่ได้จากวิธี
ที่ได้พัฒนาขึ้นในครั้งการคำนวณที่เหมาะสมที่สุด

ค่าในรอบ การคำนวณที่เหมาะสมที่สุดของระบบที่ได้จากวิธีที่ได้พัฒนาขึ้น											
ท่อนที่	H	W	L	Sr	Te	Tl	Ta	Z2	เทอมที่ 2	เทอมที่ 3	
1	0.755	0.755	10.0	320	0.00	0.00	25.00	91.47013	9664.00	0.00	
2	0.677	0.677	1.0	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	785.32	0.00	
3	0.854	0.854	10.0	320	0.00	0.00	25.00	91.47013	10931.20	0.00	
4	0.618	0.618	1.0	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	716.88	0.00	
5	1.055	1.055	12.5	320	0.00	0.00	25.00	91.47013	16880.00	0.00	
6	0.350	0.350	2.5	290	0.00	0.00	25.00	91.47013	1015.00	0.00	
7	1.292	1.292	7.0	320	0.00	0.00	25.00	91.47013	11576.32	0.00	
8	0.201	0.201	5.0	275	15.31	15.42	25.00	91.47013	1105.50	3542.89	
9	0.212	0.212	2.5	275	15.35	15.41	25.00	91.47013	583.00	1865.48	
10	0.212	0.212	2.5	275	15.35	15.41	25.00	91.47013	583.00	1865.48	
11	0.313	0.313	2.5	290	15.31	15.35	25.00	91.47013	907.70	2768.54	
12	0.323	0.323	5.0	290	15.25	15.31	25.00	91.47013	1873.40	5743.52	
13	0.180	0.180	2.5	275	15.30	15.36	25.00	91.47013	495.00	1592.13	
14	0.180	0.180	2.5	275	15.30	15.36	25.00	91.47013	495.00	1592.13	
15	0.394	0.394	2.5	290	15.25	15.30	25.00	91.47013	1142.60	3504.82	
16	0.413	0.413	2.5	290	15.22	15.25	25.00	91.47013	1197.70	3688.94	
17	0.300	0.300	2.5	275	15.22	15.31	25.00	91.47013	825.00	2671.39	
18	0.540	0.540	12.5	290	15.10	15.22	25.00	91.47013	7830.00	24301.78	
19	0.174	0.174	5.0	275	15.20	15.30	25.00	91.47013	957.00	3103.58	
20	0.181	0.181	2.5	275	15.24	15.29	25.00	91.47013	497.75	1611.74	
21	0.181	0.181	2.5	275	15.24	15.29	25.00	91.47013	497.75	1611.74	
22	0.267	0.267	2.5	275	15.20	15.24	25.00	91.47013	734.25	2388.52	
23	0.270	0.270	5.0	275	15.15	15.20	25.00	91.47013	1485.00	4852.95	
24	0.157	0.157	2.5	275	15.21	15.26	25.00	91.47013	431.75	1402.33	
25	0.157	0.157	2.5	275	15.21	15.26	25.00	91.47013	431.75	1402.33	
26	0.419	0.419	2.5	290	15.15	15.21	25.00	91.47013	1215.10	3763.61	
27	0.316	0.316	2.5	290	15.13	15.15	25.00	91.47013	916.40	2849.99	
28	0.300	0.300	2.5	275	15.13	15.22	25.00	91.47013	825.00	2696.08	
29	0.792	0.792	2.5	320	15.10	15.13	25.00	91.47013	2534.40	7161.12	
30	0.659	0.659	10.0	290	15.03	15.10	25.00	91.47013	7644.40	23954.80	
31	0.182	0.182	5.0	275	15.13	15.24	25.00	91.47013	1001.00	3267.92	
32	0.188	0.188	2.5	275	15.17	15.23	25.00	91.47013	517.00	1685.25	
33	0.188	0.188	2.5	275	15.17	15.23	25.00	91.47013	517.00	1685.25	
34	0.278	0.278	2.5	275	15.13	15.17	25.00	91.47013	764.50	2504.73	
35	0.277	0.277	5.0	275	15.08	15.13	25.00	91.47013	1523.50	5014.24	
36	0.163	0.163	2.5	275	15.15	15.20	25.00	91.47013	448.25	1464.87	
37	0.163	0.163	2.5	275	15.15	15.20	25.00	91.47013	448.25	1464.87	
38	0.464	0.464	2.5	290	15.08	15.15	25.00	91.47013	1345.60	4195.41	
39	0.316	0.316	2.5	290	15.06	15.08	25.00	91.47013	916.40	2870.22	
40	0.300	0.300	2.5	275	15.06	15.15	25.00	91.47013	825.00	2715.29	
41	0.644	0.644	2.5	290	15.03	15.06	25.00	91.47013	1867.60	5864.17	
42	1.070	1.070	4.5	320	15.00	15.03	25.00	91.47013	6163.20	17590.72	
									รวมเป็น	103114.47	160258.80



ประวัติผู้เขียน

นายพิชัย กฤษไมตรี เกิดวันพุธที่ 27 สิงหาคม พ.ศ. 2512 ที่อำเภอสามพันธง จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เมื่อปี พ.ศ. 2534 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปี พ.ศ. 2535 ปัจจุบันรับราชการอยู่ที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย